الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

حساني عبد الله

حساني جهاد

هندسة الطرائق

للسنة الثانية من التعليم الثانوي

العام و التكنولوجي

شعبة تقني رياضي

2






الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

حساني عبد الله | حساني جهاد

هندسة الطرائق

السنة الثانية من التعليم الثانوي العام و التكنولوجي

شعبة تقني رياضي

الإشراف التربوي

زيوش مداني مفتش التربية و التكوين

المؤلفون

زيوش مداني مفتش التربية و التكوين

قدور بدر الزمان مفتش التربية و التكوين

بن عليا مصطفى أستاذ التعليم الثانوي

شلالي نا صر أستاذ التعليم الثانوي

زياش عبد الرزاق مفتش التربية و التكوين

ايت مزيان نورة أستاذة التعليم الثانوي

صديقي نضيرة أستاذة التعليم الثانوي

بسم الله الرحمن الرحيم

يسرنا أن نضع بين أيدي أبنائنا كتاب التكنولوجيا للسنة الثانية ثانوي شعبة تقني رياضي فرع" هندسة الطرائق" ، والذي أعد وفق المنهاج الرسمي للمادة، آملين أن يكون صدوره جاء في الوقت المناسب ليكون سندا ومعينا للتحضير الجيد لدروسهم.

لقد حرصنا من خلال المنهجية المعتمدة في إعداد هذا الكتاب على تمكين المتعلم من توظيف ودعم معارفه المكتسبة وتعميقها، مع تعزيزها بمعارف جديدة تثري رصيده المعرفي.

يحتوي هذا الكتاب على مدخل لهندسة الطرائق وثلاثة مجالات تعلمية تماشيا مع المنهاج الرسمي وهي:

مدخل إلى هندسة الطرائق

المجال الأول (الماء):

ويشمل الوحدات التالية:

1 - مبادئ عمليات الفصل
2 - تعريف مختلف وحدات التراكيز
3 - طرق التحليل الحجمي

المجال الثاني (البترول ومشتقاته):

ويشمل الوحدات التالية:

1 - الفحوم الهيدروجينية
2 - الوظائف الأكسيجينية
3 - التماكب في الكيمياء العضوية
4 - التقطير التجزيئي للبترول
5 - تحضير الأسيتيلين

المجال الثالث (الفلاحي - الغذائي):

ويشمل الوحدات التالية:

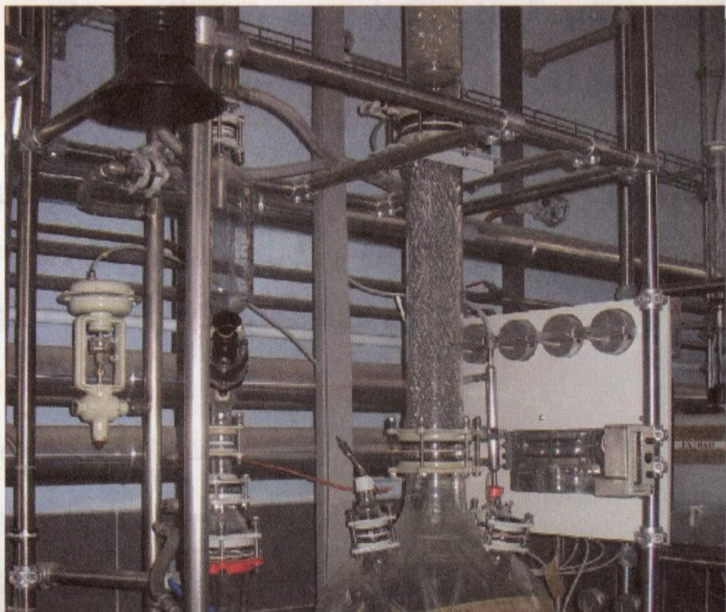
1 - مراجعة الوظائف الأكسيجينية
2 - النشاط الضوئي
3 - السكريات
4 – الليبيدات

نأمل أن يكون هذا الكتاب أداة عمل مفيدة وإضافية لكل من الأساتذة والمتعلمين على السواء، وأن يساعدهم على تحقيق الأهداف المرجوة من تعلم التكنولوجيا والله من وراء القصد وهو ولي التوفيق.

المؤلفون

مدخل إلى هندسة الطرائق





مدخل إلى هندسة الطرائق

1- مفهوم الهندسة الكيميائية و هندسة الطرائق :

الهندسة الكيميائية :

الهندسة الكيميائية هي أساس الكيمياء الصناعية وهي فن تصور و تحقيق ثم تنفيذ طرائق صناعية تهتم بتحول المادة الخام بتغيير تركيبها و خواصها الكيميائية بواسطة تفاعلات كيميائية.

- الطرائق الكيميائية المستعملة على مستوى المخبر لا تكون في جميع الحالات ملائمة للإنتاج الصناعي خاصة من الناحية الاقتصادية لذلك يكون على المهندس الكيميائي استعمال مهاراته و كفاءاته لتطوير تلك الطرائق بإحداث التغيرات و التعديلات اللازمة للعوامل المختلفة التي تتدخل في التفاعلات مثل درجة الحرارة ، الضغط ، التركيز ، تجانس المزيج ... إلى جانب شروط العمل (الوقاية و الأمن).

هندسة الطرائق :

- **هندسة الطرائق** تشمل إلى جانب الصناعات الكيميائية مجالات صناعية أخرى كالصناعة الميكانيكية التي تهتم بطرق التأثير على الشكل والخواص الفيزيائية للمادة الخام لذلك يمكن تعريف هندسة الطرائق بانها:

معارف ومهارات تهتم بوضع طرائق صناعية بهدف تحويل المادة الخام فيزيائيا و كيميائيا إلى منتوج نهائي يستجيب لمواصفات ومقاييس النوعية الوطنية و الدولية .

- هندسة الطرائق تستلزم معارف و كفاءات في مجالات متعددة : الكيمياء ، الفيزياء ، الكهرباء ، الميكانيكا ، و الإعلام الآلي ، كما تهتم بالأمور المتعلقة بالاقتصاد (قيمة التكلفة ، التسويق ، العرض و الطلب) وكذلك المتعلقة بالوقاية و الأمن و المحافظة على البيئة .

2- المراحل الكبرى لطريقة صناعية :

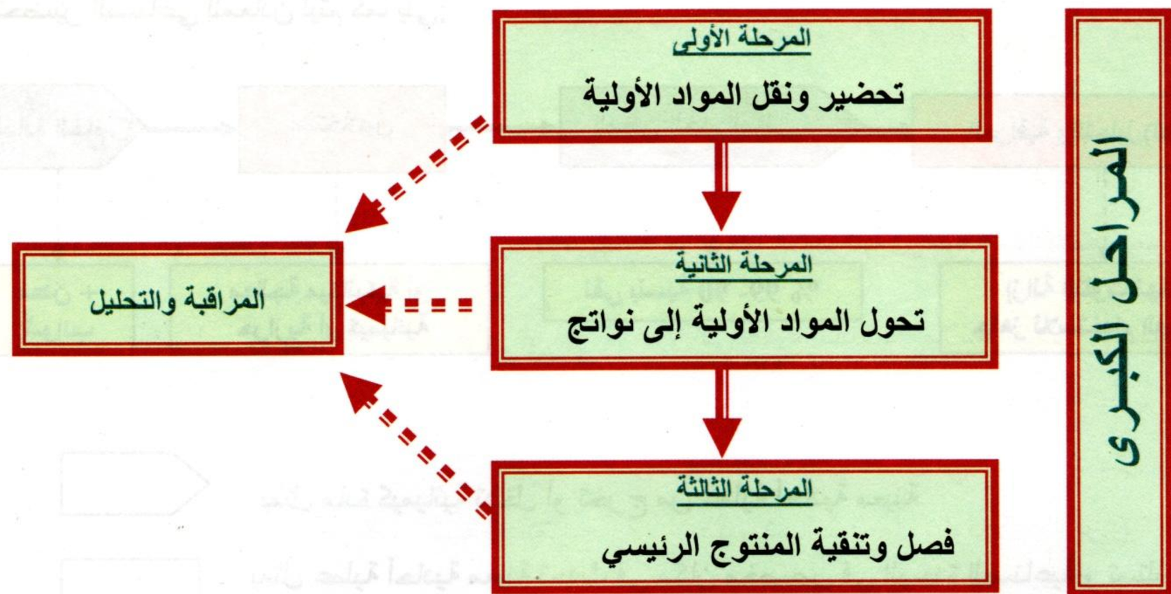
وهي المراحل الثلاثة التالية :

المرحلة الأولى : تحضير المواد الأولية و نقلها .

المرحلة الثانية : التحول الكيميائي للمواد الأولية الى مواد ناتجة عن طريق تفاعلات كيمائية .

المرحلة الثالثة : فصل المواد الناتجة و تنقية المنتوج الرئيسي .

* تتم المراقبة و التحليل في كل مرحلة من المراحل الثلاثة.



1-2-المرحلة الأولى: تحضير المواد الأولية

- توجد عدة خصائص تسمح لنا بتصنيف المواد الأولية في الصناعة الكيميائية :

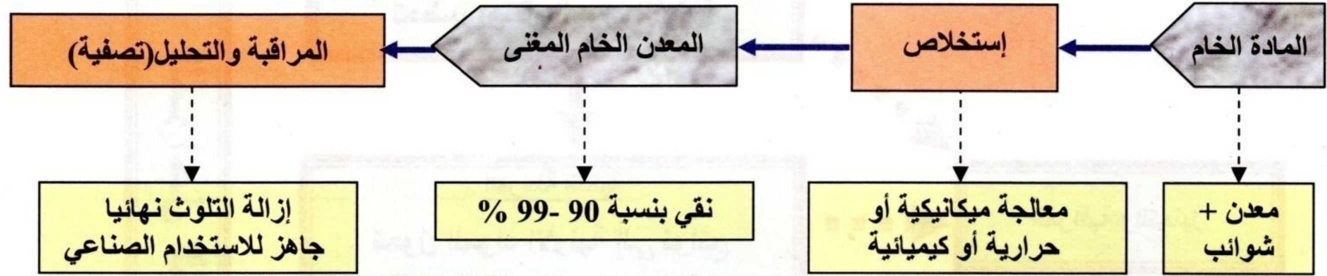
- مصدرها (مواد معدنية ، نباتية أو حيوانية)
- تركيبها الكيميائي (مركبات عضوية أو غير عضوية)
- حالتها القيزيائية (صلبة ، سائلة ، غازية)

- هذا التصنيف يساعد في تحضير المادة الأولية للتحول الصناعي باستخلاص المادة الأساسية منها.

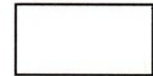
مثال : التعدين

المعادن لا توجد على الحالة المعدنية المسماة بالحالة الطبيعية بل تتواجد في شكل تراكيب كيميائية مختلطة بصخور غير معدنية (شوائب) أو في شكل أكاسيد مثل: Cu_2O .Fe_2O_3 . Fe_3O_4 أو على شكل كبريتيدات مثل: Cu_2S . ZnS . PbS أو بشكل كربونات مثل: $FeCO_3$ $ZnCO_3$. باستثناء المعادن الثمينة ذهب ، فضة ، بلاتين وبعض مناجم النحاس في العالم تتواجد نقية في الحالة الطبيعية.

التحضير الصناعي للمعادن ليتم كما يلي:




يمثل مادة كيميائية تدخل أو تخرج من عملية أحادية معينة


يمثل عملية أحادية معينة تحدث في مكان مخصص في الوحدة الصناعية و تستلزم آلات خاصة و عمال متخصصين

2-2- المرحلة الثانية : تحول المواد الأولية إلى نواتج

- **النمط التكنولوجي** هو محصلة الكثير من الظواهر الفيزيائية والكيميائية ، ومجموعة العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل ، على المردود وعلى نوعية المنتوج تسمى **بالنظام التكنولوجي** .
- بالنسبة لمعظم **الأنماط الكيميائية** فإن العوامل الأساسية للنظام هي : الحرارة، الضغط، استخدام وسيط وفعاليته، تركيز المتفاعلات، درجة مزج المتفاعلات أما في **الأنماط الكهروكيميائية** تدخل فعالية شدة التيار الكهربائي.
- بصفة عامة تصنف الأنماط التكنولوجية وفق نوعية وأطوار المتفاعلات إلى قسمين:

« **نظام متجانس**» و « **نظام غير متجانس** ».

أ- النظام المتجانس: إذا كانت المتفاعلات تمثل طورا واحدا : غازيا(**G**) ، أو سائلا (**L**).

ب- النظام الغير متجانس: هو الأكثر شيوعا في الصناعة إذ يشمل على طورين أو أكثر:

الأنظمة الثنائية مثل : غاز- سائل (**G-L**) ، غاز- صلب (**G-S**) ، سائل– سائل (**L-L**) ، سائل– صلب (**L-S**) و صلب– صلب (**S-S**).

الأنظمة الثنائية الشائعة في الصناعة هي:(**G-L**) ، (**G-S**) ، (**L-S**).

الأنظمة المتعددة الأطوار الشائعة هي: (**G-L-S**) ، (**G-S-S**) ، (**L-S-S**) ، (**G-L-S-S**).

2- 3- المرحلة الثالثة : فصل النواتج وتنقية المنتوج الرئيسي



- المنتوج الرئيسي يكون عادة مختلط مع نواتج ثانوية إضافة إلى مواد كيميائية أخرى كالوسيط ، المذيب ، باقي المتفاعلات .
- اختيار العمليات الأحادية المناسبة لفصله و تنقيته مرتبط بخواصه الفيزيائية :
  حالته الفيزيائية (صلب ، سائل ، غاز) ، درجة غليانه ، كثافته ، ذوبانيته ، ... الخ
- تتم عملية مراقبة المنتوج النهائي قبل تسويقه للوقوف على مدى التطابق مع المواصفات والمقاييس الوطنية والدولية قبل عرضه للاستهلاك.

3- مفهوم العمليات الأحادية :

- العمليات الأحادية هي عمليات عنصرية بسيطة (لا يمكن تفكيكهاإلى عدة عمليات أخرى) تدخل في تنفيذ طريقة صناعية و تتم في أجهزةأو آلات خاصة .
- كل طريقة صناعية يمكن تلخيصها في سلسلة من عمليات أحادية .
- العمليات الأحادية التي يمكن أن نجدها في المراحل الثلاث الكبرى لكل طريقة صناعية هي :

تحضير ونقل المواد الأولية	تحول كيميائي للمواد الأولية	فصل، تنقية و تهيئة المنتوج
- تصنيف المواد الأولية - تكسير (المواد الصلبة) - تقطيع (المواد الصلبة) - وزن المواد المتفاعلة - نقل المواد الأولية	- خلط المتفاعلات - تسخين أو تبريد الخليط - ضغط الخليط - تفاعل كيميائي بين المواد	- تركيز - بلورة - إبانة - ترشيح - طرد مركزي - تقطير - استخلاص - تجفيف

4- النمط المستمر و النمط غير المستمر :

4-1- النمط غيرالمستمراو المتقطع :

- ينفذ **النمط الصناعي غير المستمر** في نظام مغلق (Batch process)
- يتم فيه شحن كمية من المواد الأولية ، تنفيذ العمليات الأحادية اللازمة بالترتيب لتحويل هذه المواد ، توقيف وحدة الإنتاج لتفريغ المواد الناتجة ثم إعادة شحن كمية أخرى من المواد الأولية .
- يستعمل هذا النمط في **الصناعات الصغيرة** .

إيجابياته	سلبياته
• يستعمل تجهيزات عادية و خفيفة • يستعمل كميات صغيرة من المواد الأولية	• يكلف طاقة كبيرة (تسخين ثم تبريد كل مرة) • تضييع الوقت (تكرار الشحن و التفريغ) • يستعمل أيدي عاملة كثيرة (مراقبة ، صيانة،...) • نوعية المنتوج يمكن أن تتغير مع الوقت • تكلفة الإنتاج مرتفعة .

4-2- النمط المستمرأو المتواصل :

- ينفذ **النمط الصناعي المستمر** في نظام مفتوح (Flow process) .
- يتم فيه شحن المواد الأولية و فصل المواد الناتجة في نفس الوقت ودون انقطاع .
- يستعمل هذا النمط في **الصناعات الكبيرة** .

إيجابياته	سلبياته
• نوعية المنتوج ثابتة • تكلفة الإنتاج أضعف • يعتمد على الآلات المبرمجة • بحاجة أقل الى أيدي عاملة • يوفر أكثر أمن و أحسن ظروف عمل	• يستلزم استثمارات كبيرة • يستلزم مواد أولية ذات نوعية رفيعة

5- العوامل التي تساهم في تحسين التقنيات الصناعية :

عدة عوامل من شأنها رفع المردود ، تحسين نوعية المنتوج و تخفيض تكلفة الإنتاج ، نذكر منها :

1- الزيادة في حجم آلات الإنتاج.

2- تفعيل عمل الآلة (مثل زيادة سرعة العمل).

3- مكننة أنماط تحتاج إلى الكثير من اليد العاملة (تكلفة عالية).

4- استخدام آلات مبرمجة للتحكم فيها عن بعد.

5- استبدال أنماط الإنتاج غير المستمرة بأنماط مستمرة.

6- استخدام حرارة التفاعلات واستغلالها للتقليل من استهلاك الطاقة.

7- اختراع أنماط للإنتاج بدون الحصول على الفضلات.

6- أهمية هندسة الطرائق و مجالات استعمالها :

هندسة الطرائق توفر للإقتصاد الوطني كمية هائلة من منتجات مختلفة هي أساس التطور الحديث للأمم ، كمثال على ذلك نذكر:

* الصناعة الصيدلانية : صناعة الأدوية مثل الأسبيرين ، المضادات الحيوية ، اللقاحات ...
* الصناعة البترولية و البتروكيماوية : الزيوت ، الشحوم ، الوقود ، ...الخ
* الصناعة الكيميائية : المعادن ، القماش ، المطاط ، الزجاج ، الورق ، الصابون ، البلاستيك ، حمض الخل ، الإيتانول ... الخ
* الغذائي الفلاحي : صناعة الأسمدة ، زيت المائدة ، الحليب ، السكر ، العجائن ... الخ
* الصناعات الميكانيكية الحديثة مثل : النقل البري ، الملاحة البحرية والجوية ، مواد البناء .
* المحافظة على البيئة : معالجة الماء و الهواء و النفايات .

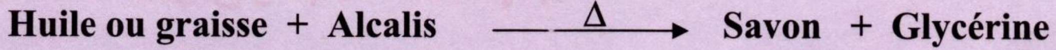
7- دراسة نماذج صناعية :

النموذج الأول : صناعة الـصـابـون

لقد تم التطرق إلى كيفية تحضير الصابون مخبريا و صناعيا خلال السنة الأولى
- ما هي المراحل الكبرى لتحضير الصابون صناعيا

كل أنواع الصابون تمثل أملاح الصوديوم أو البوتاسوم لأ حماض دهنية تحتوي على 13 الى 19 ذرة كربون ، هذه الأ ملاح ناتجة عن تصبن مواد دهنية (نباتية أوحيوانية) ثلا ثية الغليسريد بمحاليل قلوية (Alcalis) التي نذكر منها: هيدروكسيد الصوديوم NaOH أو الصود و هيدروكسيد البوتاسيوم KOH أو البوتاس . الصابون الناتج من الصود يكون صلبا أما الصابون الناتج من البوتاس فيكون لينا أو سائلا .

تفاعل التصبن الحادث يلخص كتالي :



$$\text{Huile ou graisse} + \text{Alcalis} \xrightarrow{\Delta} \text{Savon} + \text{Glycérine}$$

صناعة الصابون تمر بالعمليات الأحادية التالية :

- **تبييض (Blanchissement)** :

تنقى المواد الدهنية (الزيوت) باستعمال تربة خاصة تقوم بامتصاص كل الشوائب التي تلون هذه المواد وتعطي لها رائحة كريهة .

- **ترشيح (Filtration)** :

تخرج المواد الدهنية (الزيوت) صافية بيضاء جاهزة للإ ستعمال .

- **التعجين (Empatage)** :

يضاف الى الزيوت كمية فائضة من محلول الصود ثم يسخن المزيج حتى الغليان لمدة حوالي ساعة ، فيحدث تفاعل التصبن الذي ينتج عنه الصابون و الغليسرين .

- **الفصل (Relargage)** :

بعد توقيف التسخين يضاف الى المزيج ماء مالح و يترك ليركد فيبدأ بالإ نفصال الى طبقتين : الطبقة العلوية تمثل عجينة الصابون و الطبقة السفلية تمثل فائض الصود و الماء والغليسيرين .

- **البلورة (Cristallisation):**

تضخ عجينة الصابون في جهاز خاص (Atomiseur) يقوم بتخليصها من بقايا الماء و تحويلها إلى حبيبات صلبة تضغط فيما بعد و يخرج الصابون .

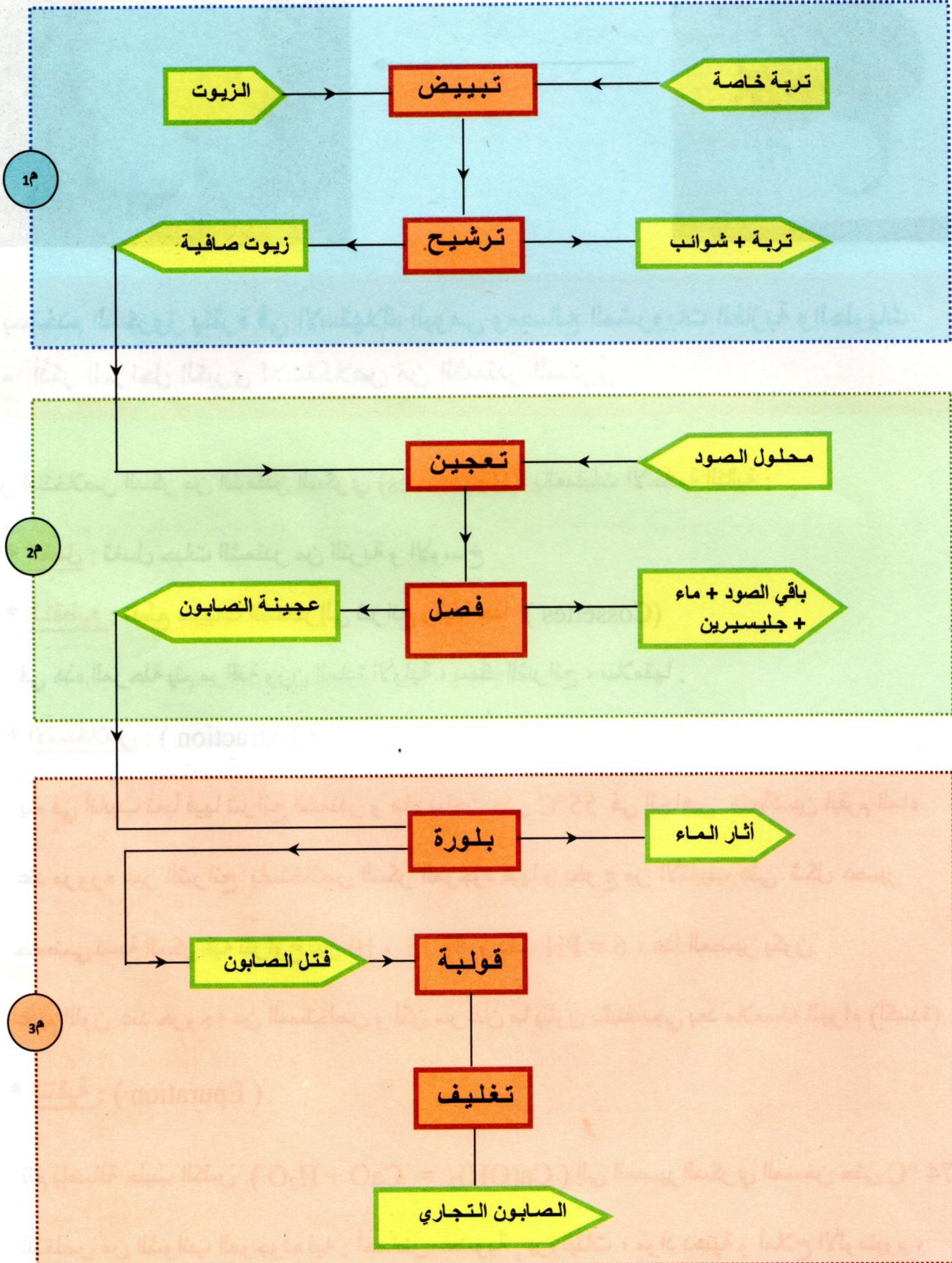
- **القولبة (Moulage)** :

يقطع الصابون إلى قوالب صغيرة تطبع عليها الماركة

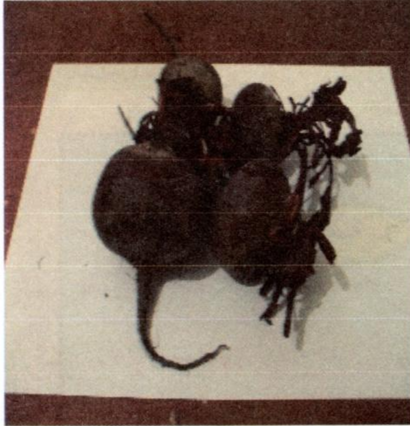
تغليف (Enveloppement) :

تغلف قوالب الصابون و يسجل على الغلا ف معلومات كثيرة (اسم الصابون ، تركيبه ، اسم المنتج ...)

أنجز رسما مبسطا لهذه الطريقة الصناعية وذلك بتوضيح العمليات الأحادية لكل مرحلة من المراحل الثلاث الكبرى.



النموذج الثاني : **استخلاص السكر من الشمندر**







يستخدم السكروز بكثرة في الاستهلاك اليومي ومصانع المشروبات الغازية والحلويات

- أذكر المراحل الكبرى للاستخلاص من الشمندر السكري

يمر استخلاص السكر من الشمندر السكري (Betteraves) بالعمليات الأحادية التالية :

* **الغسل :** تغسل حبات الشمندر من التربة و الأوساخ

* **التقطيع :** تقطع حبيبات الشمندرإلى شرائح رقيقة جدا (Cossettes)

في هذه المرحلة يتم مراقبة وزن المادة الأولية ، سمك الشرائح ، سلامتها .

* **الإستخلاص :** (Extraction)

يتم في أنابيب تعبأ فيها شرائح الشمندر و ماء ساخن حتى 55°C في اتجاهين متعاكسين فيقوم الماء عند مروره عبر الشرائح باستخلاص السكر الموجود فيها و يخرج من الأنابيب على شكل عصير حامضي نسبة السكر فيه تتراوح بين 10 و 15 % و ذات PH = 6 ، هذا العصير يكون عديم اللون عند خروجه من المستخلص و لكن سرعان ما يتلون بالبنفسجي بعد ملامسته الهواء (أكسدة).

* **التنقية :** (Epuration)

تتم بإضافة حليب الكلس ($Ca(OH)_2 = CaO + H_2O$) إلى العصيرالسكري المسخن حتى 70-74 °C للتخلص من الشوائب الموجوده فيه : أحماض عضوية , بروتينات ، مواد دهنية و أملاح الألومنيوم ،

المغنزيوم و الحديد . هذه الشوائب تترسب على شكل أملاح الكالسيوم (Ca^{2+}) وأملاح الهيدروكسيد (OH^-) . يترك المزيج لمدة 15 دقيقة ثم يضاف اليه ثاني أكسيد الكاربون CO_2 للتخلص من فائض الكلس CaO الذي لم يتفاعل بترسيبه على شكل كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$. يترك المزيج مدة 15 دقيقة أخرى .

* **التـرشيح :** (Filtration)

بعد فصل رواسب الشوائب يخرج عصير قاعدي ذو PH = 11.2 الذي يوجه نحو جهاز التبخير.

* **التبخير:** (Evaporation)

داخـل جهاز التبخير يستعمل بخار الماء لجعل العصير يغلي عند 85°C تحت ضغط منخفض ,

فيتبخر الماء الموجود فيه و يصبح عصيرا مركزا أو مشبعا (Sirop) نسبة السكر فيه حوالي 70 %

* **البلورة** : (Cristallisation)

الهدف منها هو تحويل السكر المنحل في العصير المشبع إلى بلورات صلبة و ذلك بتخفيض

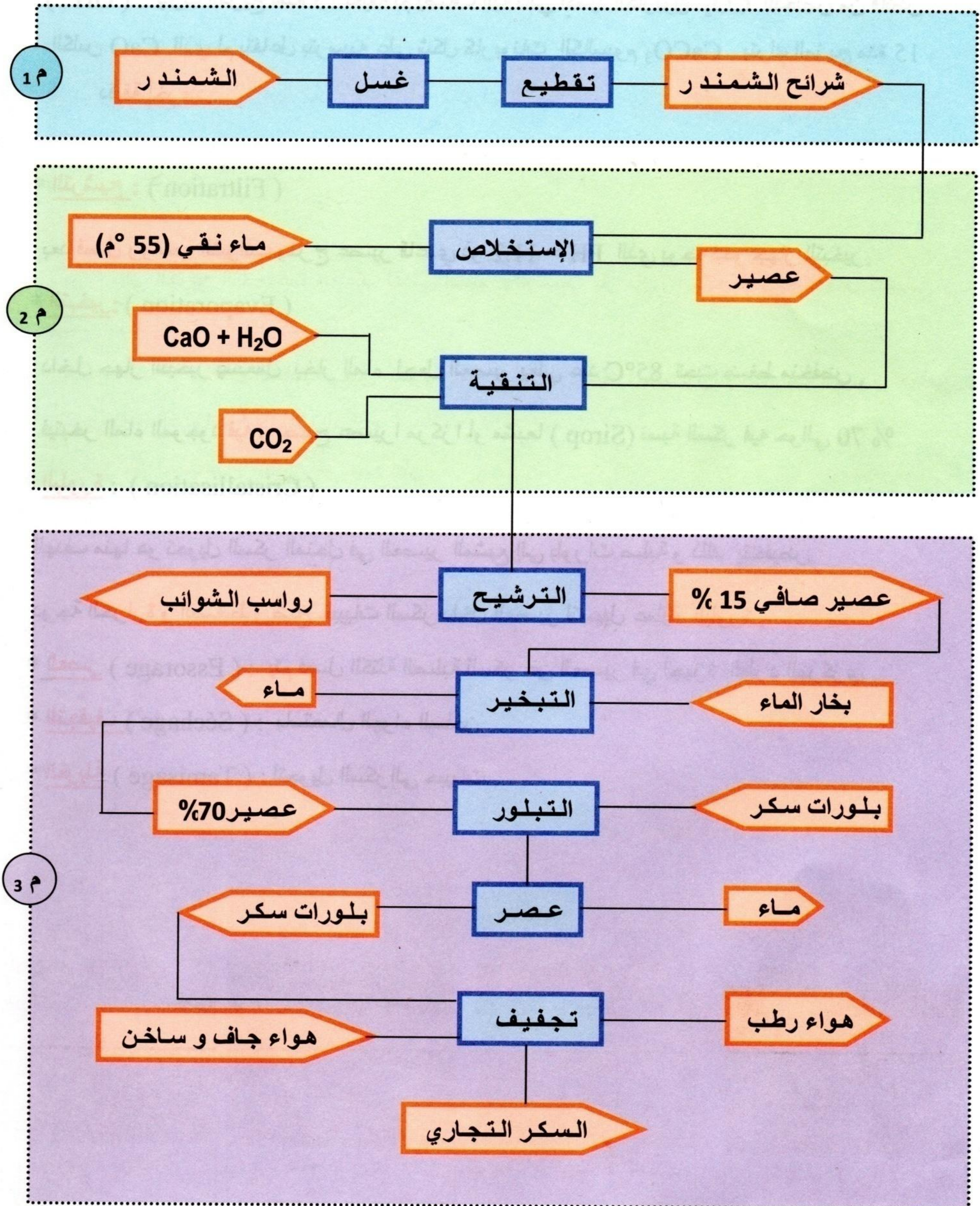
درجة الحرارة و الضغط و ضخ حبيبات السكر داخل العصير لتسهيل عملية البلورة .

* **العصر** (Essorage) : يتم فصل الكتلة الصلبة للسكر عن العصير قي أجهزة الطرد المركزي .

* **التجفيف** (Séchage) : باستعمال الهواء الساخن .

* **الغربلة** (Tamisage) : لتحويل السكرإلى حبيبات .

أنجز رسما مبسطا لطريقة أستخلاص السكر من الشمندر السكري



مبادئ عمليات الفصل

لقد سبق لك دراسة كيفية معالجة المياه المستعملة في السنة الإولى

- أذكر طرق الفصل المستخدمة في دراسة المعالجة

مقدمة:

- تجرى على **المزيج** الناتج عدة **عمليات لفصل** المنتوج الرئيسي عن باقي النواتج الثانوية لتفاعل كيميائي بهدف الحصول على مادة أكثر نقاوة.
- اختيار **عمليات الفصل** المناسبة يتعلق **بطبيعة** المزيج المراد فصله (متجانس أو غير متجانس) والخواص الفيزيائية و الكيميائية لمكونات المزيج.
- **المزيج غير المتجانس** يتكون من **عدة أطوار** :
  - صلب و سائل (مثل راسب عالق في الماء).
  - سائلين غير قابلين للامتزاج (مثل الزيت و الماء).
  - عدة سوائل غير قابلة للامتزاج (مثل ماء + زيت + كحول).
- **المزيج المتجانس** يتكون من **طور واحد** عادة **سائل** و ينتج من خلط سوائل قابلة للامتزاج (مثل الكحول و الماء)



مزيج متجانس



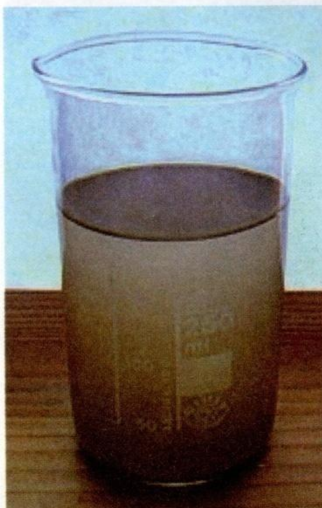
ماء + زيت

مزيج غير متجانس



ماء + زيت + كحول

مزيج غير متجانس



ماء + تراب

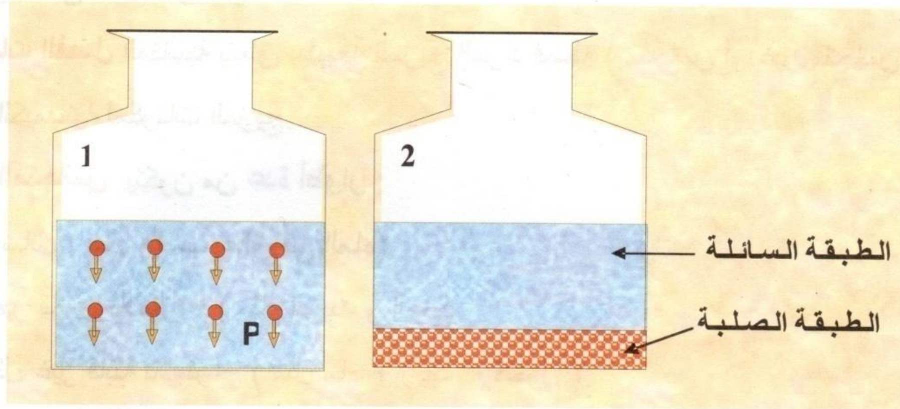
مزيج غير متجانس

1- فصل مزيج صلب – سائل :

تهدف تقنيات فصل مزيج صلب- سائل **غير متجانس** إلى عزل المادة الصلبة عن المادة السائلة، وهناك عدة طرق نذكر منها:

1.1- التركيد :(Sédimentation)

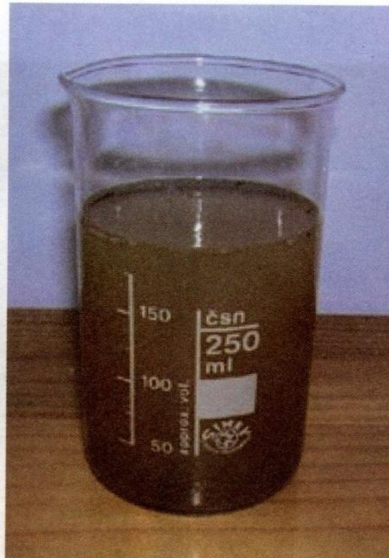
تعتمد هذه العملية على **كثافة** أو **ثقل** الجسيمات الصلبة العالقة في **المزيج غير المتجانس** ، حيث تنجذب هذه الأخيرة بتأثير الجاذبية الأرضية نحو قاع الإناء و تركد (تترسب) فتتشكل بعد مدة من التركيد طبقتين: طبقة المادة الصلبة في الأسفل تطفو عليها طبقة المادة السائلة.



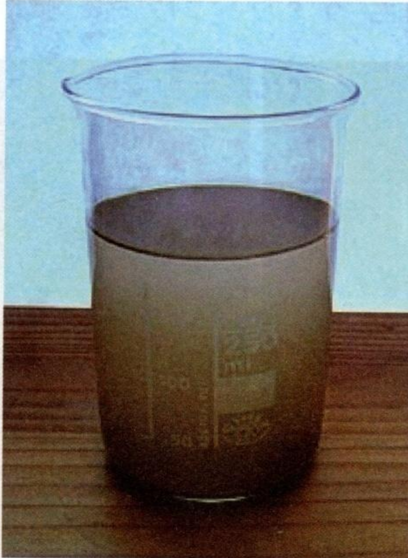
P : ثقل الجسيمات الصلبة



مزيج غير المتجانس



بعد 10 دقائق



بعد ساعة

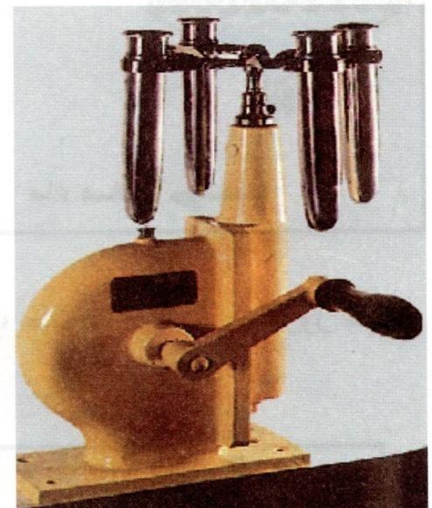
2.1- الطرد المركزي: (Centrifugation)

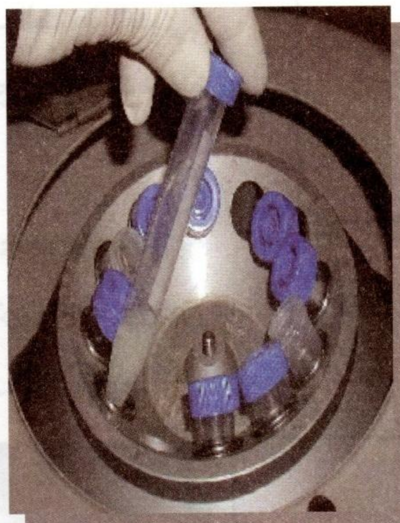
* تعتبر عملية الطرد المركزي الطريقة الملائمة لفصل جسيمات صلبة ناعمة موزعة داخل حجم صغير من السائل و يسمح استعمالها بالإسراع في تشكيل الثفلة (أو الراسب).

* تستعمل هذه العملية في **التحليل النوعي** عندما تكون المواد المتفاعلة بكميات صغيرة و يرافقها تشكل راسب.

* تحدث العملية في جهاز خاص يسمى بجهاز **الطرد المركزي** (Centrifugeuse) يحمل عدة أنابيب.

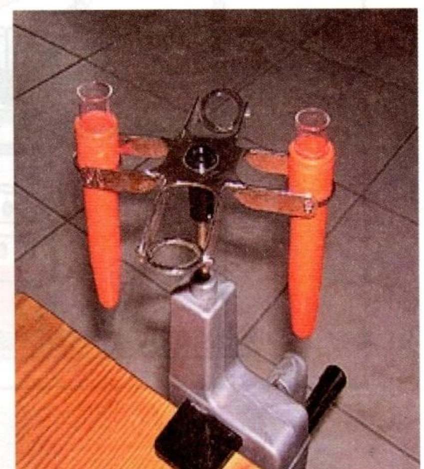
* تحت تأثير **الحركة الدورانية** السريعة للأنابيب حول محور مركزي تنشأ **قوة طاردة مركزية** كبيرة تدفع بالجسيمات الصلبة إلى قاع الأنابيب.







أجهزة الطرد المركزي



حالة ثبوت



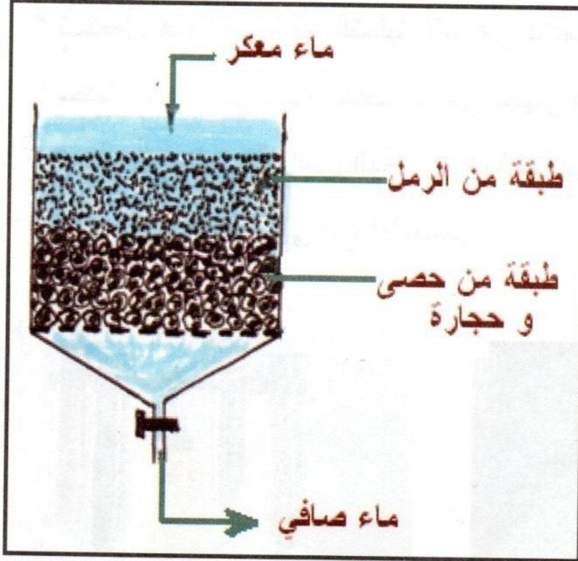
حالة دوران



قبل و بعد الفصل

3.1- الترشيح: (Filtration)

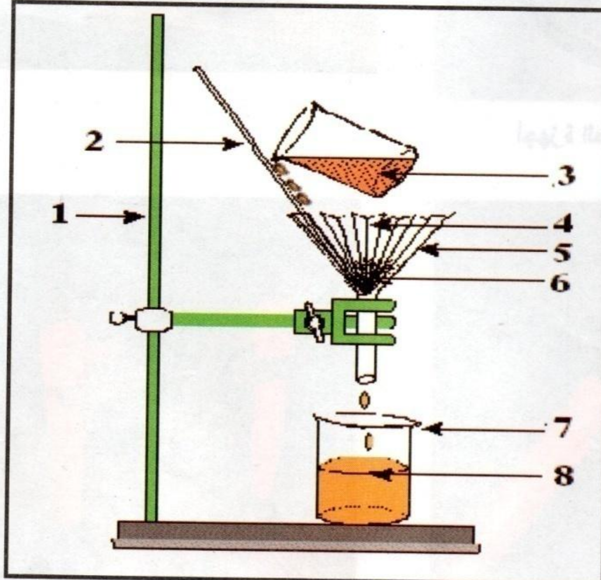
- تتم هذه العملية باستخدام مرشح مسامي (ورق ترشيح ...) يسمح للسائل بالمرور من خلاله و السائل المتحصل عليه بعد الترشيح يدعى **بالرشاحة**.
- يتوقف اختيار الطريقة المناسبة للترشيح على حجم دقائق المادة المرشحة، و على الغرض من الترشيح.
- يستعمل في بعض الميادين الصناعية الترشيح الرملي حيث المرشح عبارة عن أحواض تحوي طبقات من الرمل: مثل أحواض الترشيح المستعملة في محطات معالجة مياه الصرف (المياه الملوثة).

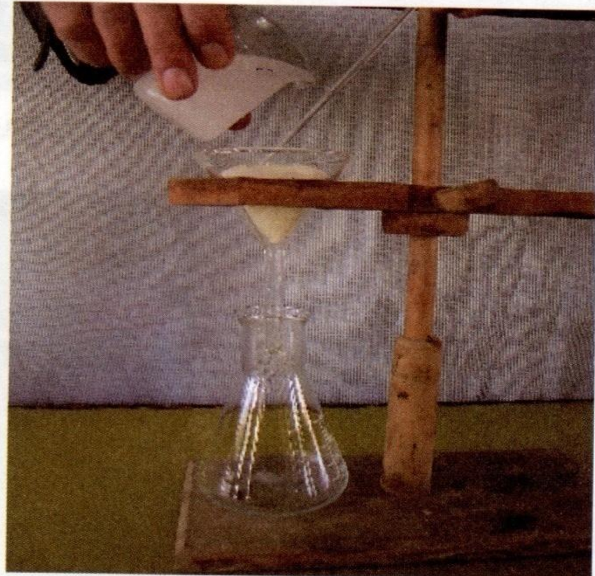


- تستعمل في **التحليل الوزني** طريقتين للترشيح :
الترشيح البسيط (الترشيح تحت الضغط الجوي)
و **الترشيح تحت الفراغ** (**الترشيح تحت ضغط منخفض**).

1.3.1- الترشيح البسيط : (Filtration simple)

تتم هذه العملية باستعمال قمع ترشيح عادي يحتوي على ورقة ترشيح، حيث يسمح للسائل بالمرور تحت تأثير الجاذبية الأرضية عبر ورقة ترشيح و تبقى المواد الصلبة عالقة.



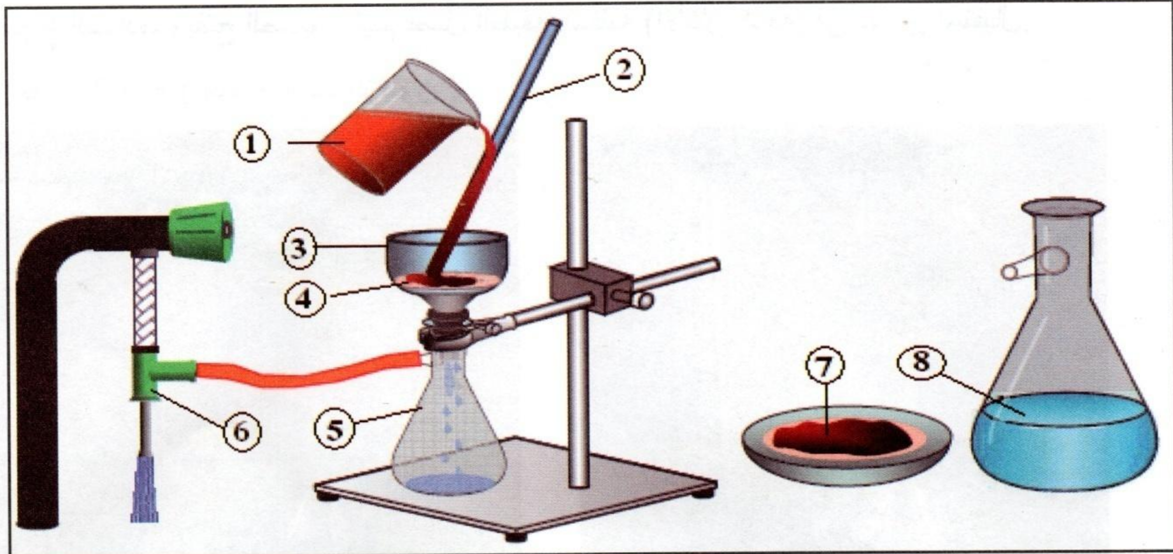


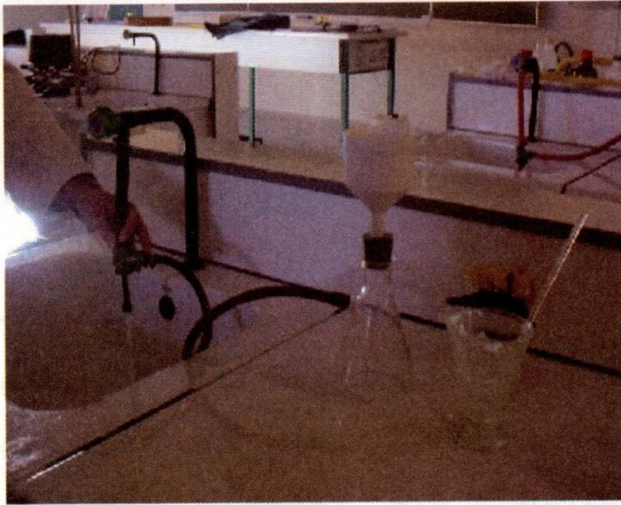
1- حامل عام
2- قضيب زجاجي
3- المزيج المراد فصله
4- ورق الترشيح
5- قمع زجاجي
6- المادة الصلبة (الراسب) (Précipité)
7- بيشر استقبال
8- المادة السائلة (الرشاحة) (Filtrat)

2.3.1- الترشيح تحت الفراغ: (Filtration sous vide)

* تعتمد هذه العملية على استعمال قمع ترشيح خاص يدعى **قمع بوخنر** (entonnoir Büchner) الذي يحتوي على **ورقة ترشيح** مناسبة لقطر القمع و حوجلة للتفريغ تدعى **بحوجلة بوخنر** (Fiole Büchner) تمتلك فتحة جانبية موصولة بمضخة مائية أو كهربائية تؤمن الضغط المنخفض **لتحقيق الفراغ**.

* يخلق **تحقيق الفراغ قوة ضاغطة** مما يسرع في عملية الترشيح .

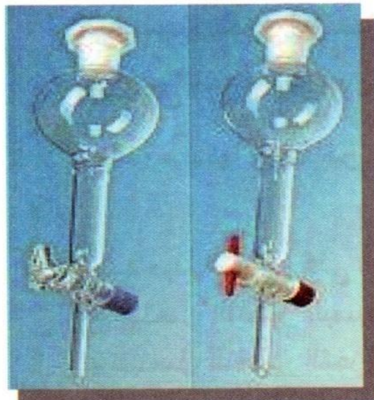




1- المزيج المراد فصله
2- قضيب زجاجي
3- قمع بوخنر (Entonnoir Buchner)
4- ورق الترشيح
5- حوجلة بوخنر(Fiole Buchner)
6- ممص مائي (لسحب الهواء)
7- المادة الصلبة(الراسب)(Précipité)
8- المادة السائلة (الرشاحة)(Filtrat)

2- فصل مزيج سائل– سائل :

1.2- الإبانة : (Décantation)

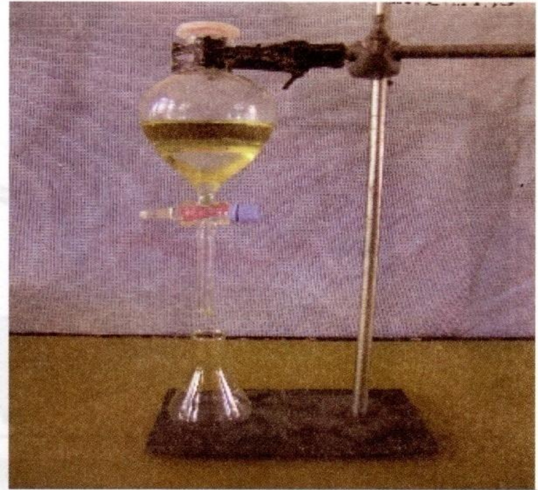


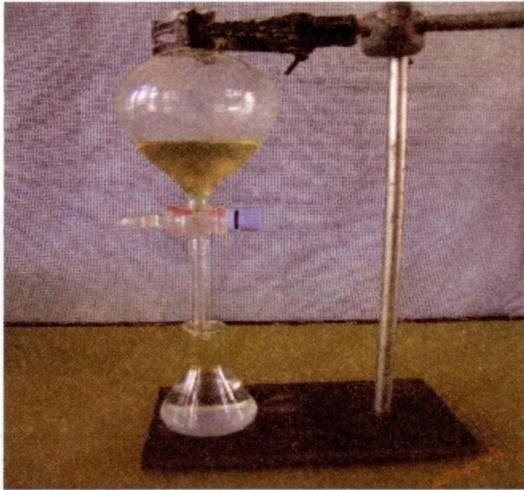
* تستعمل عملية الإبانة لفصل **مزيج غير متجانس** من **سائلين غير قابلين للامتزاج** و تعتمد على **اختلاف كثافة السوائل** المكونة للمزيج.

* تستعمل قارورة خاصة تدعى **حبابة الإبانة (Ampoule a décanter)**

- يسكب المزيج غير المتجانس في **حبابة الإبانة** بشرط أن لا يتعدى حجمه ثلثي حجم الحبابة، ثم تغلق بسدادة.
- تمسك السدادة بيد و الصنبور باليد الأخرى و **يرج المزيج** ، تقلب الحبابة حيث تصبح السدادة في الأسفل ، يفتح الصنبور بحذر لإخراج الغازات. تعاد عملية عدة مرا ت حتى انعدام الغازات.
- توضع بعد ذلك حبابة الإبانة عموديا على حامل و تترك حتى ينفصل محتواها إلى طبقتين إذ يشكل السائل الأقل كثافة الطبقة العلوية.
- تنزع السدادة، ويفتح الصنبور ليتم فصل الطبقة السفلية (الأكثر كثافة) في دورق استقبال.

مثال: فصل المزيج (ماء + زيت الزيتون)

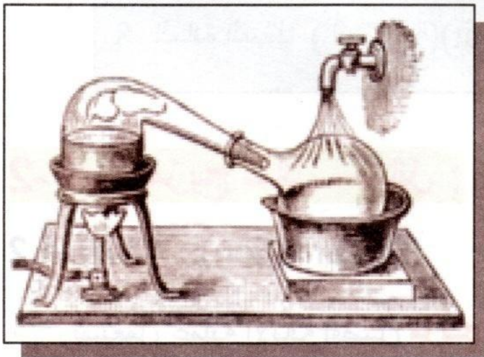




يستعمل الماء المقطر في صناعة الأدوية و المواد الكيميائية و يضاف للبطاريات
- كيف يمكن تحضيره

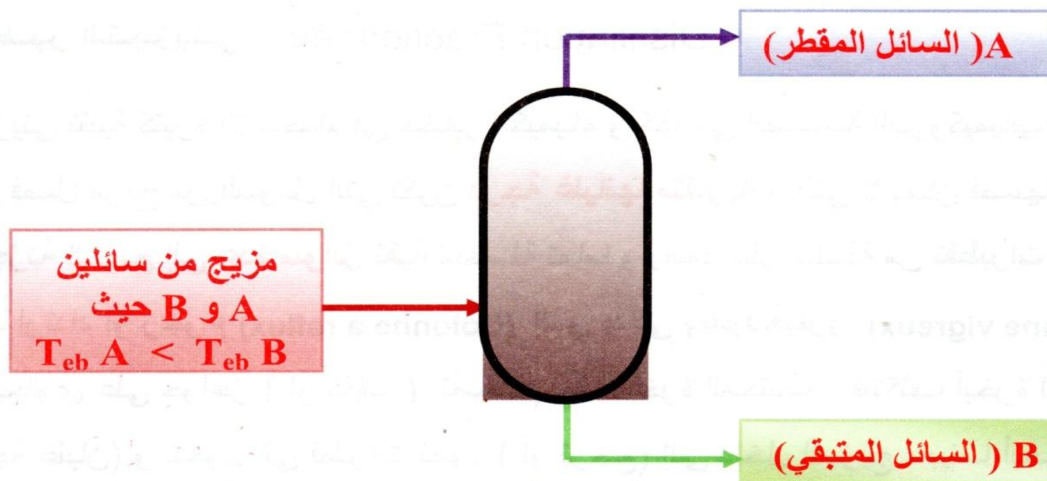
2.2- التقطير : (Distillation)

- يستعمل التقطير لفصل المركبات السائلة **القابلة للإمتزاج** مع بعضها، ويتم بتسخين السائل وتحويله إلى بخار، يجري بعد ذلك تكثيف هذا البخار لتحويله من جديد إلى سائل نقي.



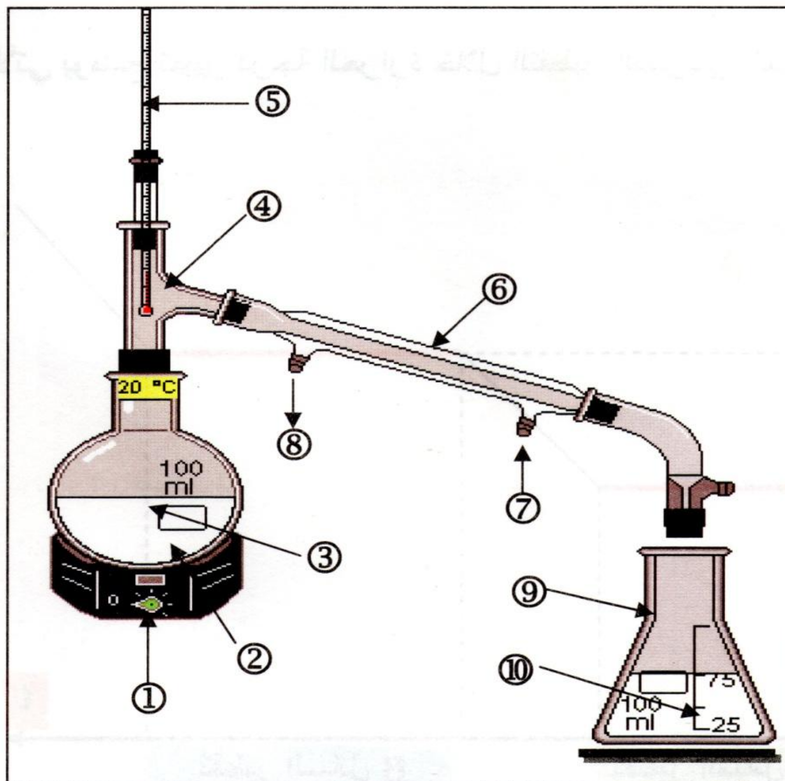
- يعود **اكتشاف هذه العملية إلى علماء المسلمين العرب الأوائل** كإبن سينا و جابر ابن حيان و كان يدعى الجهاز المستعمل آنذاك **بالالمبيق** (Alambic) ، و مما ساهم في انتشار استعمالها بساطة مبدئها وانخفاض تكلفتها .

- **يعتمد مبدأ التقطير على الفرق في درجات غليان السوائل المكونة للمزيج و يتبع عدة تقنيات :**
  - نستعمل **التقطير البسيط** إذا كان الفرق **في درجات غليان السوائل** كبيرا
  - نستعمل **التقطير التجزيئي** إذا كان هذا **الفرق ضئيلا**.



1.2.2- التقطير البسيط : Distillation Simple

- يعتمد التقطير البسيط على تسخين المزيج **تحت الضغط الجوي** حتى درجة غليان السائل الأكثر تطايرا (ذو أصغر درجة غليان) فيتحول تدريجيا إلى أبخرة تكثف بالتبريد للحصول على **سائل نقي** يدعى **بالقطارة** (Distillat). السائل المتبقي (Résidu) هو السائل الأقل تطايرا (ذو أكبر درجة غليان).



1- جهاز التسخين
2- دورق كروي
3- المزيج المراد فصله
4- رأس التقطير
(أين تتجمع الأبخرة)
5- ترمومتر أو محرار
6- مبرد (مكثف)
7- دخول الماء البارد
8- خروج الماء الساخن
9- دورق استقبال
10- القطارة (Distillat)

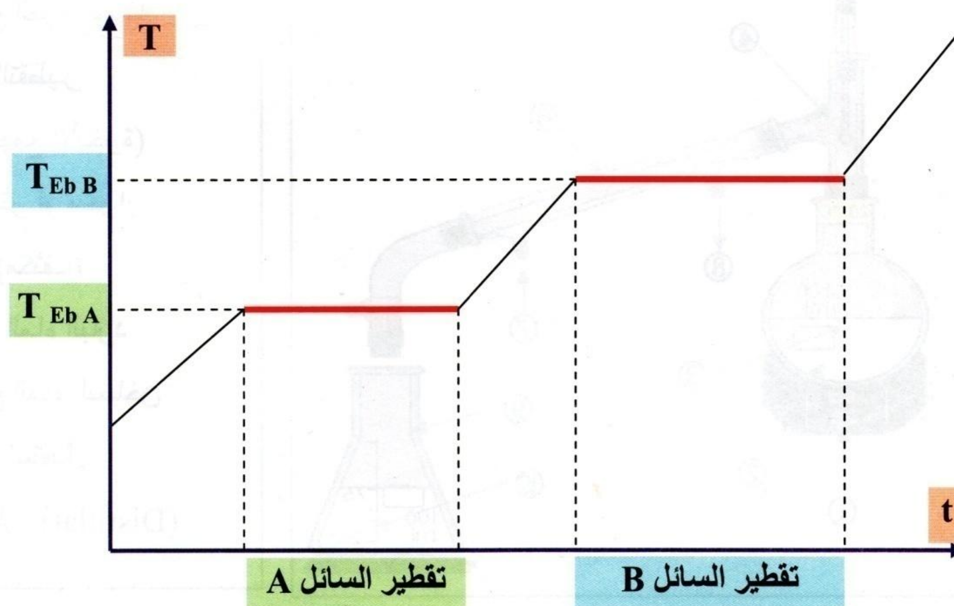
- يثبت مقياس الحرارة على فتحة أنبوب تجمع البخار لمراقبة درجة حرارة البخار.

2.2.2- التقطير التجزيئي : Distillation Fractionnée

- التقطير التجزيئي تقنية كثيرة الاستخدام في مخابر الكيمياء و كذا في الصناعة البتروكيميائية (تقطير البترول). ويستعمل في فصل مزيج من السوائل التي تكون **درجة غليانها متقاربة** و التي لا يمكن فصلها بالتقطير العادي.
- يتمثل في **تجزئة** المزيج إلى **عدة سوائل نقية** منفصلة تماما و يعتمد على سلسلة من **تقطيرات جزئية** في مختلف مستويات عمود ارتداد أو رجوع **(Colonne à reflux)** الذي يدعى **بعمود فيقرو** **(Colonne vigreux)**.
- هذا العمود يحتوي على حواجز (او كفات) تصطدم بها الأبخرة المختلطة , فتتكثف أبخرة السائل الأقل تطايرا (الأكبر درجة غليان) و تتحول الى قطرات تعود (أو ترجع) إلى داخل المزيج ، بينما أبخرة السائل الأكثر تطايرا (الأصغر درجة غليان) تستمر في الصعود إلى أن تصل أعلى العمود فتعبر المبرد ، تتكثف و تتحول إلى سائل نقي (القطارة الأولى) .

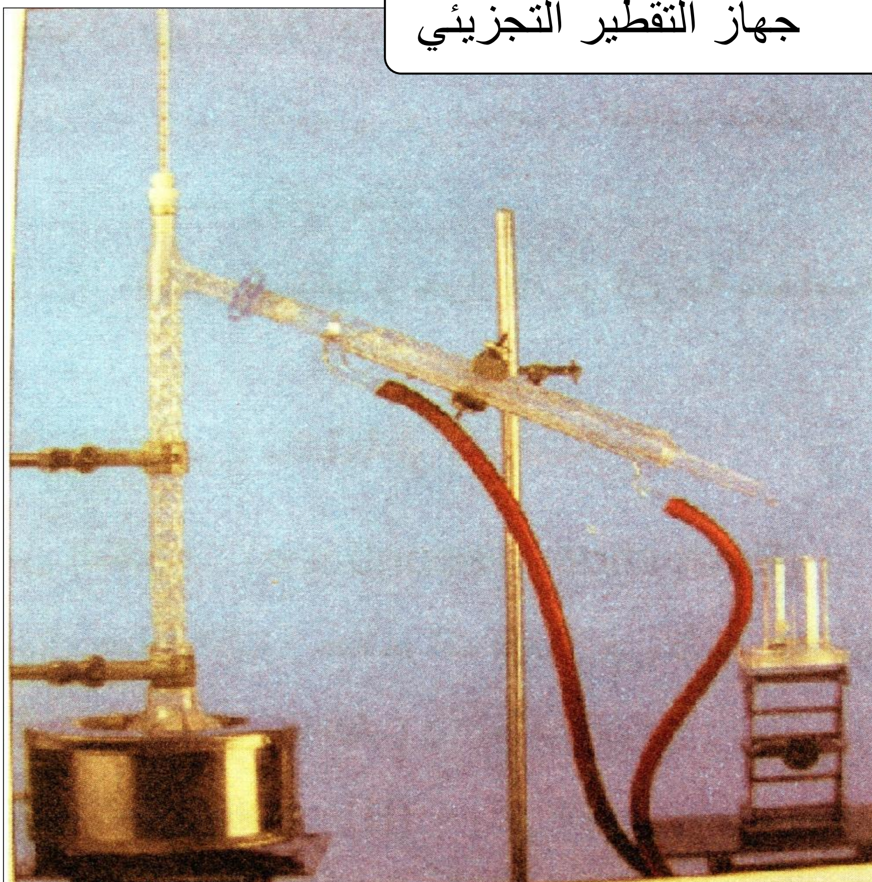
- عندما ينتهي السائل الأول من التقطير ترتفع درجة الحرارة بسرعة حتى نقطة غليان السائل الثاني السائل الأقل تطايرا من الأول فيتقطر بدوره و يستقبل على شكل القطارة الثانية وهكذا إلى أن تقطر كل السوائل المكونة للمزيج .

- البيان الآتي يوضح تغيير درجة الحرارة خلال التقطير التجزيئي لمزيج متجانس من سائلين A و B



محرار
عمود التقطير
ماء ساخن
مبرد
ماء بارد
دورق التقطير
بيشر
مسخن الدورق
القطارة
حبيبات حجارة الخفان

جهاز التقطير التجزيئي



جهاز التقطير التجزيئي

3.2- الإستخلاص : (Extraction)

- تتمثل عملية الإستخلاص في فصل **خليط أولي** (Charge) متكون من **سائلين قابلين** للإمتزاج :

- سائل (A) : **المادة المنحلة** المراد فصلها (Soluté)

- سائل (B) : **مذيب أولي** (Diluant)

و ذلك باستعمال **مذيب آخر** (S) (Solvant) تنحل فيه فقط المادة (A) المراد فصلها

- **تستخدم عملية الإستخلاص عندما يكون استعمال التقطير غير ممكن أو غير اقتصادي و يمكن تلخيص الحالات التي تستخدم فيها هذه العملية فيما يلـي :**

1- عندما يكون المزيج أزيوتروبي (Azéotropique) أي مزيج يكون فيه الطور البخاري و الطور السائل متساويي التركيب مما يجعل عملية الفصل بالتقطير مستحيلة .

2- عندما تكون المركبات المكونة للمزيج ذات درجات غليان متقاربة جدا مثل: المتماكبات العضوية (الصناعة البيترو كيماوية) .

3- عندما تكون المركبات المكونة للمزيج ذات حساسية كبيرة للحرارة مثل: المضادات الحيوية، الفيتامينات... (الصناعة الصيدلانية).

4- عندما تكون المركبات ذات درجة الغليان المرتفعة تشكل النسبة الكبرى في المزيج مما يزيد من استهلاك الطاقة و تصبح عملية التقطير غير اقتصادية .

- **الشروط التي يجب أن تتوفر في المذيب (S) هي :**

1- المذيب (S) لا يجب أن يكون قابلا للامتزاج مع المذيب الأولي (B) للمزيج .

2- أن يكون الفصل بين الطورين الناتجين عن استعمال المذيب ممكنا .

3- أن يكون استـرجـاع الـمـذيـب (S) ممكنا.

4- أن يكون المذيب (S) مستقرا كيميائيا و حراريا، ذو لزوجة منخفضة، غير سام و غير قابل للاشتعال بسرعة.

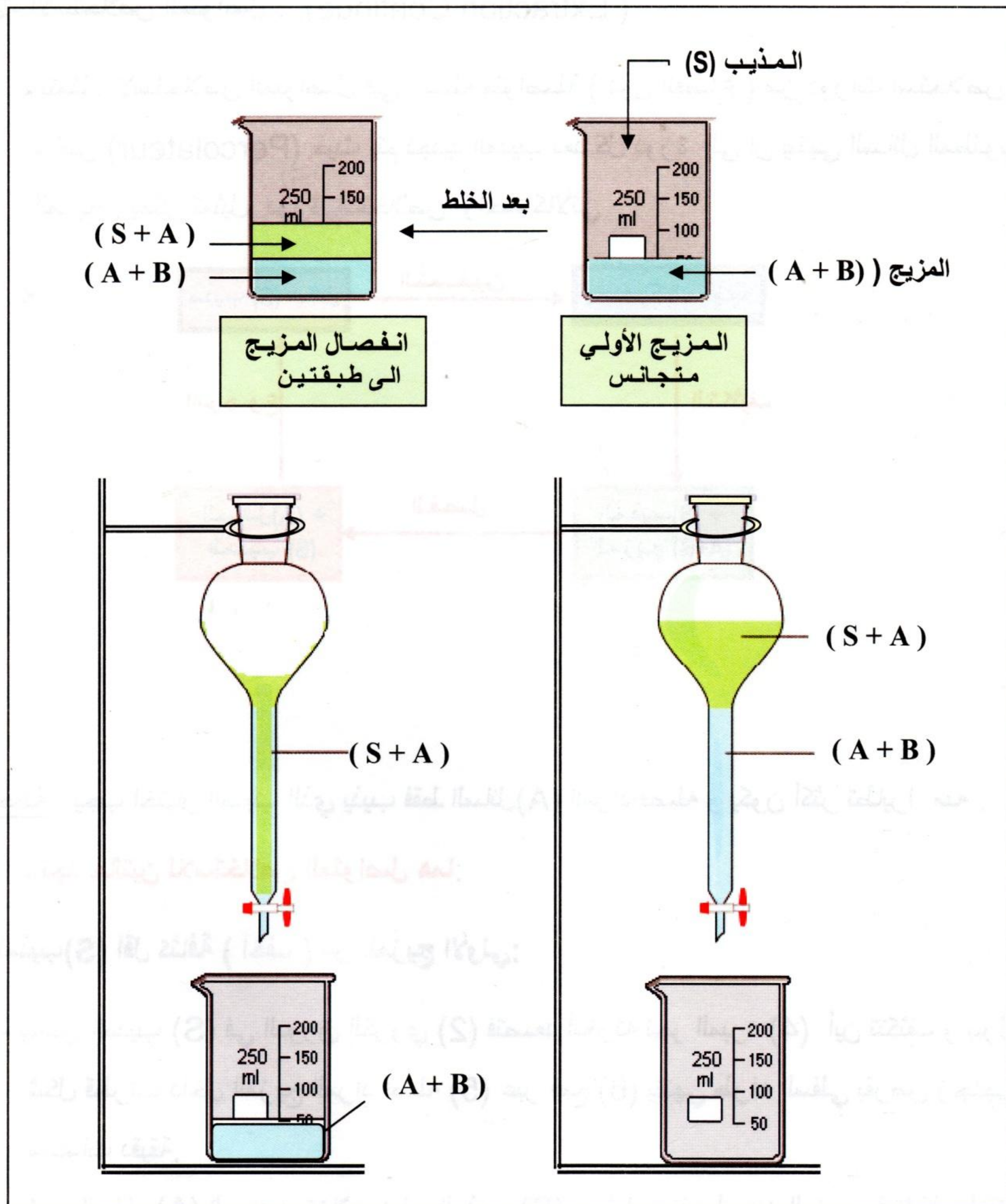
- **يمكن لعملية الإستخلاص أن تكون متقطعة أو متواصلة** :

1.3.2 - الاستخلاص المتقطع : (Extraction Discontinue)

- يعتمد على استعمال عملية الإبانة عدة مرات لفصل في كل مرة الطبقتين الناتجتين عن إضافة المذيب(S) إلى المزيج الأولي (A+B) : الطبقة الأولى : المذيب (S) + المادة المنحلة (A) و الطبقة الثانية: المذيب الأولي (B) + باقي المادة المنحلة (A) و هذا إلى أن تفصل المادة (A) نهائيا عن المذيب الأولي (B) .

- هذه العملية ليست اقتصادية (مكلفة) لأنها تستهلك كمية كبيرة من المذيب(S) .

- عند نهاية عملية الاستخلاص يفصل المذيب(S) عن السائل(A) المنحل فيه بالتقطير.

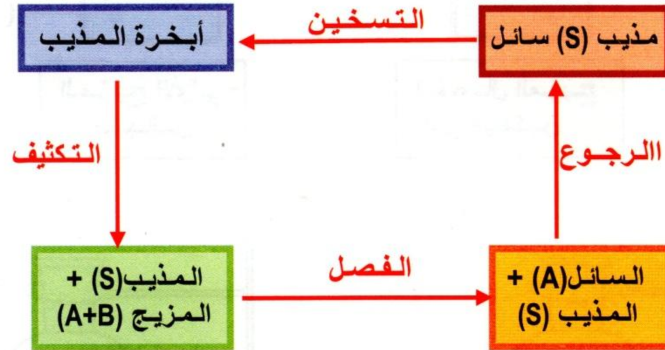


المـذيـب (S)
بعد الخلط
250 ml
200
150
100
50
(S + A)
(A + B)
المزيج ((A + B)
انـفـصـال الـمـزيـج الـى طـبـقـتـيـن
الـمـزيـج الأولـي مـتـجـانـس
(S + A)
(A + B)
(S + A)
(A + B)

2.3.2- الاستخلاص المتواصل : (Extraction Continue)

➢يتمثل الاستخلاص المتواصل في سلسلة متواصلة (دون انقطاع) من دورات استخلاص داخل جهاز خاص (Percolateur) حيث يتم تجديد المذيب بعد كل دورة إلى أن ينتهي السائل المطلوب فصله من المزيج . يمكن تمثيل دورة استخلاص واحدة كالآتي

➢



ملاحظة : يجب اختيار المذيب الذي يذيب فقط السائل(A) المراد فصله و يكون أكثر تطايرا منه .

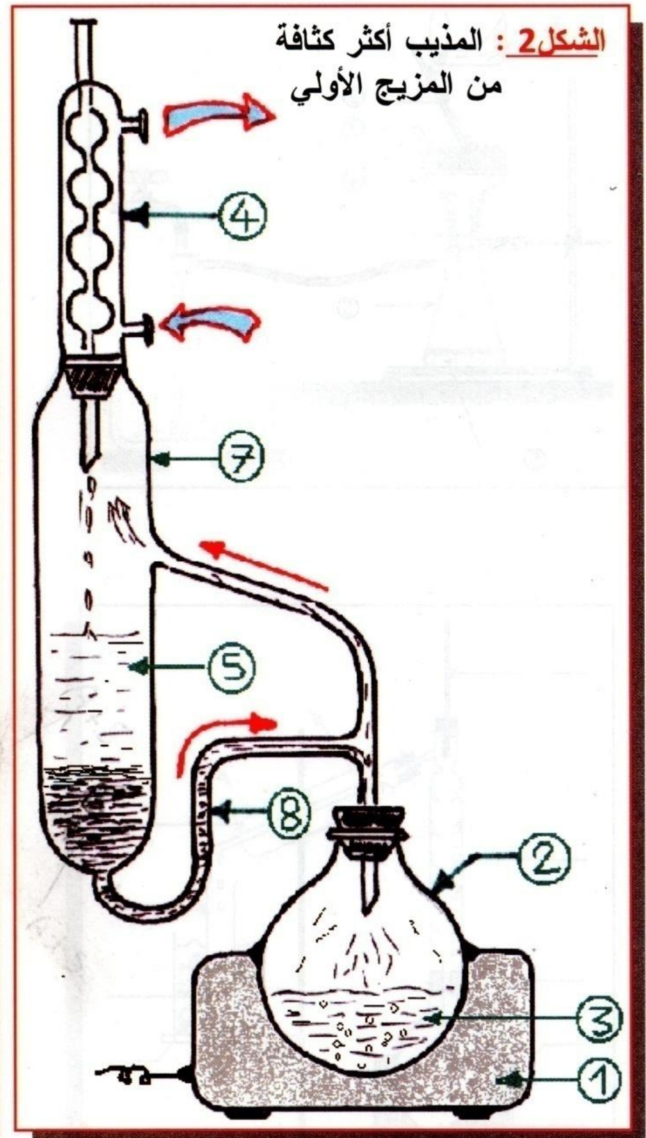
➢**نجد حالتين للإستخلاص المتواصل هما:**

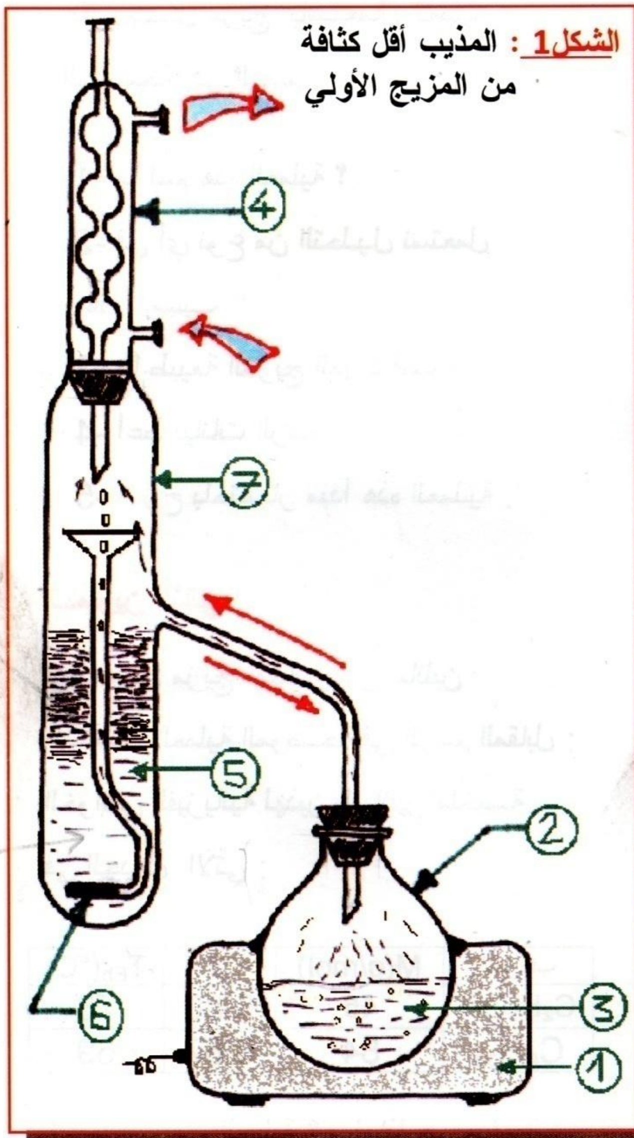
أ) المذيب(S) أقل كثافة (أخف) من المزيج الأولي:

- يسخن المذيب (S) في الدورق الكروي (2) فتصعد أبخرته نحو المبرد (4) أين تتكثف و ينزل على شكل قطرات داخل المزيج المراد فصله (5) عبر قمع (6) ينتهي طرفه السفلي بقرص زجاجي ذي مسامات دقيقة.
- ينحل السائل (A) المراد استخلاصه في المذيب (S) جزئيا و ينفصل عن المزيج فتتشكل طبقتين :
  طبقة علوية : المذيب (S) + جزء من السائل (A)
  طبقة سفلية : السائل (B) + باقي السائل (A)
- عند التحاق الطبقة العلوية بالفتحة الجانبية لعمود الفصل (7) ، تلتحق بالمذيب الموجود في الدورق الكروي (2) .
- بما أن المذيب (S) أكثر تطايرا من السائل (A) فإنه يتبخر وحده ليقوم بدورة أخرى و مع الوقت يزداد المزيج الموجود في الدورق (2) تركيزا بالسائل (A) .

ب) المذيب(S) أكثر كثافة (أثقل) من المزيج الأولـي:

- نفس مبدأ الإستخلاص السابق إلا أن في هذه الحالة عندما ينحل السائل (A) في المذيب (S) ينفصل عن المزيج مكونا الطبقة السفلية التي تخرج من الفتحة السفلية لعمود الفصل (7) لتلتحق عن طريق الأنبوب (8) بالمذيب الموجود في القارورة (2) .



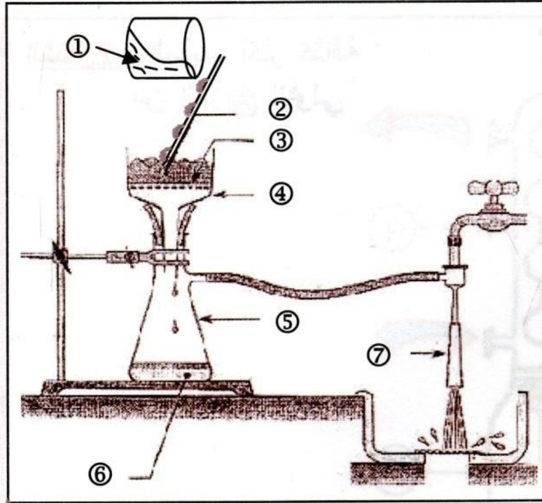


1- جهاز التسخين	5- المزيج المراد فصله
2- دورق كروي	6- قمع ذو ساق طويلة
3- المذيب (S)	7- عمود الفصل (Percolateur)
4- مبرد أو مكثف	8- أنبوب الرجوع

تمارين تطبيقية

التمرين الأول :

نقوم بفصل مزيج باستعمال العملية الموضحة في الرسم :



1- ما اسم هذه العملية ؟

2- في أي نوع من التحليل نستعمل هذه العمليـة ؟

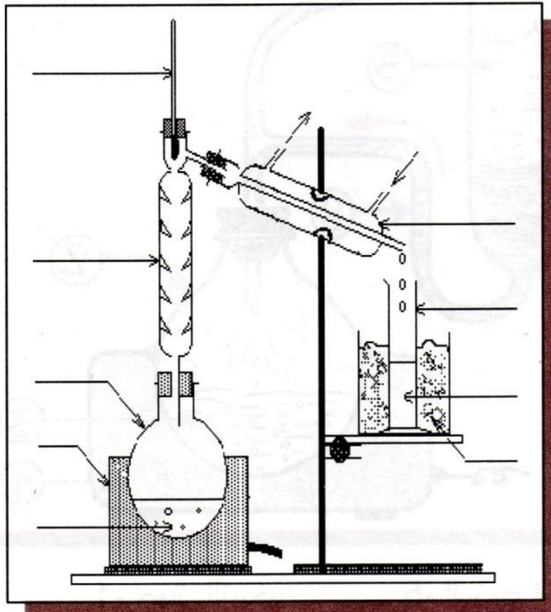
3- ما طبيعة المزيج المراد فصله ؟

4- أعط بيانات الرسم .

5- اشرح باختصار مبدأ هذه العملية .

التمرين الثاني :

نريد فصل مزيج متجانس من سائلين باستعمال العملية الموضحة في الرسم المقابل :
الخواص الفيزيائية لهذين السائلين ملخصة في الجدول الآتي :



المركب	M(g/mol)	d	T_{Eb}(°C)
C_2H_5OH	46	0.80	78
C_6H_{14}	84	0.67	69

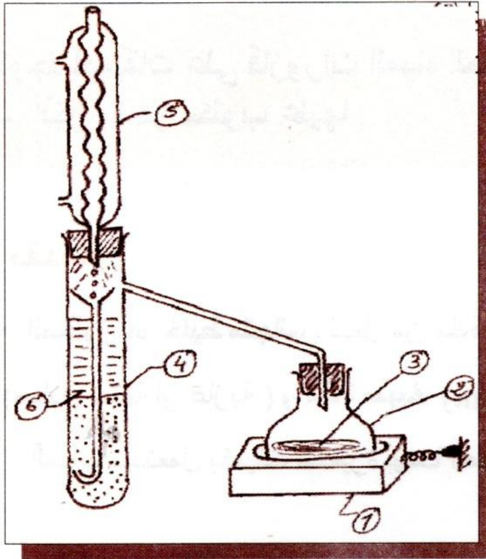
1- ما اسم هذه العملية ؟ و لماذا هي مناسبة لفصل هذا المزيج ؟

2- أكمل بيانات الرسم .

3- اشرح باختصار مبدأ هذه العملية .

4- مثل بمنحنى بياني على معلم متعامد تغير درجة الحرارة T بدلالة الزمن t خلال هذا الفصل .

التمرين الثالث :



لدينا جدول المعطيات التالية

المركب	C_6H_{14}	C_2H_5OH	H_2O
d	0.67	0.80	1
T_{Eb}(°C)	69	78	100

لفصل مزيج متكون من مركبين من الجدول بواسطة مذيب هو كذلك مركب من الجدول ، نستعمل العملية الممثلة في الرسم المقابل :

1- ما اسم العملية ؟ ما نوعها ؟ ما نوع المزيج الذي يتم فصله ؟

2- ما هما المركبان المكونان للمزيج ؟ برر إجابتك .

3- ما هو المذيب المستعمل ؟ لماذا ؟ ما هو المركب المراد فصله ؟

4- أعط بيانات الرسم .

5- اشرح باختصار مبدأ هذه العملية .

تعريف مختلف وحدات التراكيز

توجد لصيقات على قارورات المياه المعدنية عليها بيانات
- أذكر ما هو مكتوب عليها



مقدمة:

- **المحلول** هو **خليط متجانس** سائل من **مادة مذابة** (Soluté) (صلبة, سائلة أو غازية) و **مادة مذيبة** (Solvant) سائلة.
  المذاب يستعمل بكميات صغيرة بينما **المذيب** يستعمل بكميات كبيرة.
- **تركيز المحلول هو كمية المادة المذابة في 1 لتر من المحلول .**
- يعبر عن كمية المادة بوحدات مختلفة : غرام ، مول ، مكافئ غرامي ... لذلك توجد عدة وحدات للتركيز .

1- التركيز الكتلي (C_m) Concentration massique

التعريف:

يمثل التركيز الكتلي كتلة المادة المذابة (g) في 1 L من المحلول وحدته (g /L).

العلاقة: $C_m = \frac{m}{V}$ حيث **m :** كتلة المادة المذابة (g)

V : حجم المحلول (L)

تطبيق1: نحضر محلولا من ملح الطعام NaCl بإذابة 0.585 g من هذا الملح في $100\ cm^3$ من ماء مقطر ، ما هو التركيز الكتلي للمحلول الناتج ؟ .

$$\left.\begin{array}{l} m = 0.585\ g \\ V = 100\ cm^3 = 0.1\ L \end{array}\right\} \quad C_m = 0.585 / 0.1 \Rightarrow C_m = 5.85\ g/L$$

2- التركيز المولي أو المولارية (C) Concentration molaire ou Molarité

التعريف:

يمثل التركيز المولي أو المولارية عدد مولات المادة المذابة في 1 L من المحلول وحدته mol / L

العلاقة: $C = \frac{n}{V}$ مع $n = \frac{m}{M}$ منه $C = \frac{m}{V \times M}$ حيث :

n : عدد مولات المادة المذابة (mol) — m : كتلة المادة المذابة (g)

V : حجم المحلول (L) — M : الكتلة المولية للمادة المذابة (g/mol)

تطبيق2 : أحسب مولارية المحلول المحضر في التطبيق1

$$\left.\begin{array}{l} m = 0.585\ g \\ M = 23 + 35.5 = 58.5\ g/mol \end{array}\right\} \Rightarrow n = \frac{m}{M} = \frac{0.585}{58.5}$$

n = 0.01 mol

$$\left.\begin{array}{l} n = 0.01\ mol \\ V = 0.1\ L \end{array}\right\} \Rightarrow C = \frac{n}{V} = \frac{0.01}{0.1}$$

C = 0.1 mol / L

تطبيق3: نذيب 0.1 mol من ملح كلور الحديد الثلاثي $FeCl_3$ في $200\ cm^3$ من ماء مقطر .

1- أحسب مولارية المحلول الناتج .

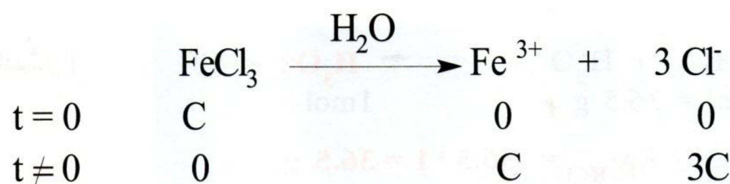
2- استنتج التركيز المولي للشوارد الموجودة قي ا لمحلول .

الحل: 1- حساب التركيز المولي للمحلول:

$$\left.\begin{array}{l} n = 0.1\ mol \\ V = 200 cm^3 = 0.2\ L \end{array}\right\} \Rightarrow C = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{0.2}$$

C = 0.5 mol / L

2- استنتاج تراكيز الشوارد الموجودة في المحلول :



$$FeCl_3 \xrightarrow{H_2O} Fe^{3+} + 3\,Cl^-$$

	$FeCl_3$	Fe^{3+}	$3\,Cl^-$
$t = 0$	C	0	0
$t \neq 0$	0	C	3C

$[Fe^{3+}] = C = 0.5\ mol/L$

$[Cl^-] = 3C = 3 \times 0.5 = 1.5\ mol/L$

- **العلاقة بين التركيز الكتلي و التركيز المولي :**

$$C = \frac{n}{V} \quad ; \quad n = \frac{m}{M} \quad ; \quad C = \frac{m}{V \times M}$$

$$C = \frac{C_m}{M}$$

منه نستنتج أن: $C_m = C \times M$

3- النظامية Normalité

1.3 التعريف :

تمثل النظامية عدد المكافئات الغرامية من المادة المذابة في 1L من المحلول ويرمز لها بـ N وحدتها : Eg / L

العلاقة: $N = \frac{x_{(Eg)}}{V}$ مع $x_{(Eg)} = \frac{m}{Eg}$

حيث:

x : عدد المكافئات الغرامية للمادة المذابة

V : حجم المحلول (L)

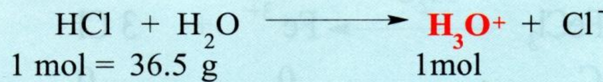
m : كتلة المادة المذابة (g)

Eg : المكافئ الغرامي للمادة المذابة

2.3- المكافئ الغرامي Equivalent gramme (Eg)

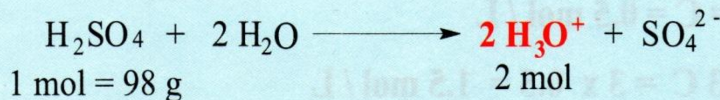
أ – في حالة حمض : **يمثل Eg كتلة الحمض التي تحرر 1 مول من الشوارد H_3O^+**

المثال1 :



$1\ Eg_{HCl} = 36.5 / 1 = 36.5\ g$

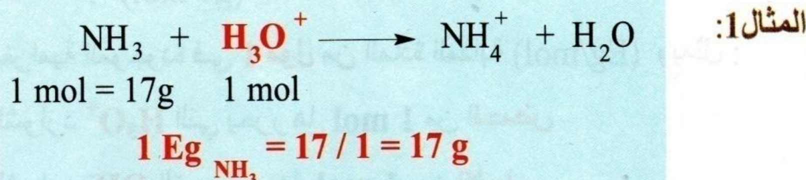
المثال2:



$1\ Eg_{H_2SO_4} = 98 / 2 = 49\ g$

ب- في حالة أساس: يمثل Eg كتلة الأساس التي تحرر 1 مول من الشـوارد OH^- أو تثبت 1مول من لشـوارد H_3O^+

المثال1:

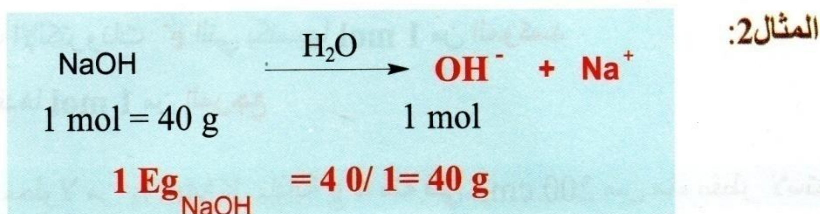


$$NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$$

1 mol = 17g   1 mol

$$1\ Eg_{NH_3} = 17 / 1 = 17\ g$$

المثال2:



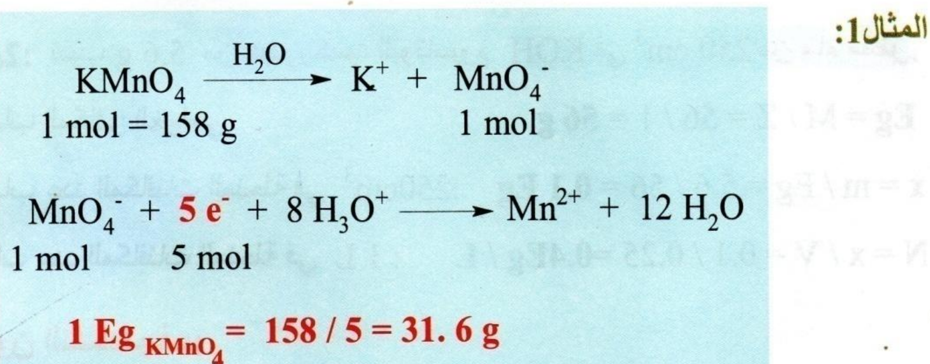
$$NaOH \xrightarrow{H_2O} OH^- + Na^+$$

1 mol = 40 g   1 mol

$$1\ Eg_{NaOH} = 4\ 0/ 1= 40\ g$$

ج – في حالة مؤكسد أو مرجع: يمثل Eg كتلة المؤكسد التي تكتسب 1 مول من الالكترونات e^- أو كتلة المرجع التي تفقد 1 مـول من الالكترونات e^-

المثال1:



$$KMnO_4 \xrightarrow{H_2O} K^+ + MnO_4^-$$

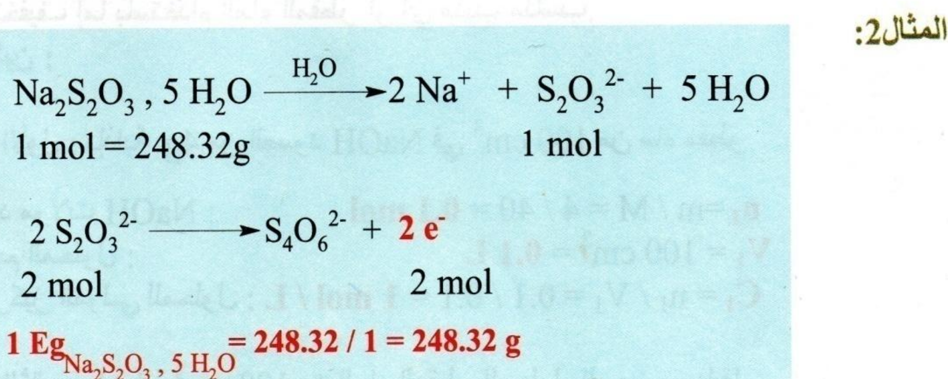
1 mol = 158 g   1 mol

$$MnO_4^- + 5\ e^- + 8\ H_3O^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 12\ H_2O$$

1 mol   5 mol

$$1\ Eg_{KMnO_4} = 158 / 5 = 31.6\ g$$

المثال2:



$$Na_2S_2O_3 , 5\ H_2O \xrightarrow{H_2O} 2\ Na^+ + S_2O_3^{2-} + 5\ H_2O$$

1 mol = 248.32g   1 mol

$$2\ S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2\ e^-$$

2 mol   2 mol

$$1\ Eg_{Na_2S_2O_3 , 5\ H_2O} = 248.32 / 1 = 248.32\ g$$

د – خلاصة: $Eg = \frac{M}{Z}$

حيث:

M: الكتلة المولية للمادة المذابة (g / mol)

Z : عدد المكافئات الغرامية الموجودة في **1 مول** من المادة المذابة (Eg/mol) ويمثل :

- عدد مولات الشوارد H_3O^+ التي يحررها **1 mol** من **الحمض**
- عدد مولات الشوارد OH^- التي يحررها **1 mol** من **الأساس**
- عدد مولات الإلكترونات e^- التي يكتسبها **1 mol** من **المؤكسد**

أو التي يفقدها **1 mol** من **المرجع**

تطبيق1: نحضر محلولا من $KMnO_4$ بإذابة 4 g منه في 200 cm3 من ماء مقطر لاستعماله كمؤكسد في وسط حمضي.

- حساب المكافئ الغرامي: **Eg** = M / Z = 158 / 5 = **31.6 g**
- حساب عدد المكافئات المنحلة في $200\ cm^3$: **x** = m / Eg = 4 / 31.6 =**0.126 Eg**
- حساب عدد المكافئات المنحلة في 1L : **N** = x / V = 0.126 / 0.2 = **0.63 Eg / L**

تطبيق2: نذيب 5.6 g من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في $250\ cm^3$ من ماء مقطر.

- حساب المكافئ الغرامي: **Eg** = M / Z = 56 / 1 = **56 g**
- حساب عدد المكافئات المنحلة في $250cm^3$: **x** = m / Eg = 5.6 / 56 = **0.1 Eg**
- حساب عدد المكافئات المنحلة في 1 L : **N** = x / V = 0.1 / 0.25 =**0.4Eg / L**

4- قانون التخفيف:

يهدف تخفيف المحاليل إلى التقليل من تركيزها المعلوم و يصاحب هذه العملية تغير في حجم المحلول النهائي.
و تتم عملية التخفيف إما باستخدام الماء المقطر أو أي مذيب مناسب.

نحضر محلولين :

المحلول الأول : بإذابة 4g من الصود NaOH في $100\ cm^3$ من ماء مقطر

- عدد مولات NaOH : $n_1 = m / M = 4 / 40 =$ **0.1 mol**
- حجم المحلول : $V_1 = 100\ cm^3 =$ **0.1 L**
- التركيز المولي للمحلول : $C_1 = n_1 / V_1 = 0.1 / 0.1 =$ **1 mol / L**

المحلول الثاني: بإضافة $100\ cm^3$ من الماء المقطر للمحلول المحضر سابقا

- عدد مولات NaOH : $n_2 = n_1 =$ **0.1 mol**
- حجم المحلول : $V_2 = V_1 + 100 = 200cm^3 =$ **0.2 L**
- التركيز المولي للمحلول : $C_2 = n_2 / V_2 = 0.1 / 0.2 =$ **0.5 mol / L**

ملاحظة 1: تركيز المحلول 2 أقل من تركيز المحلول1 لأنه تم **تخفيف** المحلول1 بإضافة الماء.

$$\left.\begin{aligned} C_1 = n_1/V_1 \Rightarrow n_1 = C_1 \times V_1 \\ C_2 = n_2/V_2 \Rightarrow n_2 = C_2 \times V_2 \end{aligned}\right\} n_1 = n_2 \quad \Rightarrow \quad C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

قانون التخفيف

ملاحظة 2 : يمكن تطبيق قانون التخفيف باستعمال التركيز المولي , التركيز الكتلي أو النظامية .

تطبيق1: نضـيف الماء المقطر لـ $200\ cm^3$ من محلول HCl (0.1 mol/L) حتى يصبح الحجم1 لتر أحسب مولارية المحلول الجديـد .

الحل:

بعد التخفيف (المحلول الجديد)	قبل التخفيف (المحلول الأم)
$C_2 = ?$ $V_2 = 1\ L$	$C_1 = 0.1\ mol/L$ $V_1 = 200\ cm^3 = 0.2\ L$

بتطبيق قانون التخفيف: $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$C_2 = \frac{C_1 \times V_1}{V_2}$$

$$C_2 = \frac{0.1 \times 0.2}{1} \Rightarrow C_2 = 0.02\ mol/L$$

تطبيق2: احسب حجم المحلول H_2SO_4 (2N) اللازم تخفيفه لتحضير لتر من محلول H_2SO_4 (0.1 N) .

الحل:

بعد التخفيف (المحلول الجديد)	قبل التخفيف (المحلول الأم)
$N_2 = 0.1\ Eg/L$ $V_2 = 1\ L$	$N_1 = 2\ Eg/L$ $V_1 = ?$

بتطبيق قانون التخفيف: $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$

$$V_1 = \frac{N_2 \times V_2}{N_1}$$

$$V_1 = \frac{0.1 \times 1}{2} \Rightarrow V_1 = 0.05\ L = 50\ ml$$

تطبيق3: أحسب حجم الماء اللازم إضافته لـ $250\ cm^3$ من محلول NaCl (10 g / L) لتحضير محلول مخفف (2.5 g / L) .

بتطبيق قانون التخفيف:

$$C_{m1} \times V_1 = C_{m2} \times V_2$$

بعد التخفيف (المحلول الجديد)	قبل التخفيف (المحلول الأم)

الحل:

$C_{m1} = 10\ g/L$ $V_1 = 250\ cm^3 = 0.25\ L$	$C_{m2} = 2.5\ g/L$ $V_2 = V1 + V_{H2O} = ?$

$$V_2 = \frac{C_{m1} \times V_1}{C_{m2}}$$

$$V_2 = \frac{10 \times 0.25}{2.5} \Rightarrow V_2 = 1\ L = 1000\ cm^3$$

$$V_{H2O} = V_2 - V_1 \Rightarrow V_{H2O} = 1000 - 250 \Rightarrow V_{H2O} = 750\ cm^3 = 0.75\ L$$

8- الخواص الفيزيائية للمحاليل التجارية :

أ- النقاوة أو النسبة المئوية الكتلية %: Pureté (P)

هي كتلة المادة النقية في 100g من المادة التجارية

$$P = \frac{m_{(pure)}}{m_{(com)}} \times 100$$

ب- الكتلة الحجمية : Masse volumique

هي النسبة بين كتلة المحلول و حجمه
تقاس بـ (g/cm^3) أو (kg/L)

$$\rho = \frac{m_{(solution)}}{V_{(solution)}}$$

مثال: $\rho_{H2O} = 1g/cm^3 = 1\ kg/L$

ج- الكثافة: Densité (d)

هي النسبة بين كتلة حجم معين من المحلول و كتلة نفس الحجم من الماء

$$d = \frac{\rho_{(solution)}}{\rho_{(H2O)}}$$

$$d = \frac{m_{(solution)} \cdot V}{m_{(H2O)} \cdot V}$$

أمثلة: $d_{H2SO4} = 1.83$, $d_{HCl} = 1.19$, $d_{H2O} = 1$

تمارين تطبيقية

التمرين الأول :

نذيب $1\ g$ من برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ التجاري ($M = 158\ g / mol$ ، $P = 80\%$)

في $250\ cm^3$ من ماء مقطر .

1- أحسب التركيز الكتلي C_m للمحلول المحضر .

2- استنتج التركيز المولي C و النظامية N.

3- نضيف للمحلول المحضر سابقا الماء المقطر حتى $1\ L$.

- أحسب نظامية المحلول المخفف .

التمرين الثاني:

نضيف **$2.8\ cm^3$** من حمض الكبريت التجاري **H_2SO_4** ($P = 96\ \%$ ، $M = 98\ g / mol$ ، $d = 1.83$)

إلى **$500\ cm^3$** من الماء المقطر.

1- أكتب معادلة تفاعل تشرد هذا الحمض في الماء علما أنه حمض قوي.

2- ما هو التركيز المولي C للمحلول المحضر؟

3- استنتج التركيز الكتلي C_m و النظامية N .

4- أحسب تركيز الشوارد الموجودة في المحلول .

5- نريد تخفيف $100\ cm^3$ من المحلول المحضر سابقا خمسة مرات.

- أحسب التركيز المولي للمحلول المخفف .

طرق التحليل الحجمي



قارورة حمض البطاريات (حمض الكبريت التجاري)عليها لاصقة مكتوب عليها اسم المنتج وتركيزه
- كيف يمكن تحقق من هذه البيانات

1 . مقدمة :

يهدف التحليل الكيميائي إلى التعرف على مكونات المادة الكيميائية المراد تحليلها كيفيا ويسمى **بالتحليل الكيفي Analyse Qualitative** وكميا ويسمى **بالتحليل الكمي Analyse Quantitative** .

يتم التحليل الكيميائي إما بالوسائل التقليدية باستخدام الكواشف أو من خلال إجراء المعايرات المختلفة أو باستخدام الأجهزة العلمية الحديثة وهو ما يسمى بالتحليل الآلي.

أ – التحليل الكيفي:

يتم بواسطة هذا النوع من التحليل معرفة مكونات المادة والكشف عن العناصر الموجودة فيها وذلك بإتباع طرق كيميائية مختلفة وعندما يراد الكشف عن عنصر معين يسمى ذلك بالتحليل العنصري **Analyse Elémentaire** حيث يتم التعرف على العناصر مثل الصوديوم و البوتاسيوم والكالسيوم و الباريوم وغيرها و يستخدم التحليل العنصري في التحليل العضوي للتعرف على العناصر الرئيسية في المركبات العضوية مثل الكربون والهيدروجين والنتروجين و الهالوجينات وغيرها.

ب – التحليل الكمي:

يهدف هذا النوع من التحليل إلى معرفة كمية المواد الموجودة في عينة ما أي التعرف على تركيز المادة باستخدام عدة طرق منها التحليل الكمي الذي يعتمد على وزن المواد المتفاعلة ووزن المواد الناتجة من التفاعل ويسمى **بالتحليل الوزني Analyse Gravimétrique** أو بالتحليل الكمي الذي يعتمد على حساب حجوم المواد المتفاعلة عند نهاية التفاعل وهو ما يسمى **بالتحليل الحجمي Analyse Volumétrique**.

التحليل الحجمي هو موضوع دراستنا في هذه الوحدة.

2 - التحليل الحجمي:

يهدف إلى تحديد تركيز المادة المتفاعلة بإجراء معايرة يتم من خلالها قياس حجم المحلول المعلوم التركيز بدقة (المحلول القياسي) اللازم للتفاعل مع حجم محدد من المادة المجهولة التركيز(العينة). بمعرفة حجم المحلول القياسي المستعمل عند نقطة التكافؤ(نقطة النهاية) و بتطبيق قوانين التكافؤ الكيميائي يحسب تركيز المادة في العينة.

1.2- شروط استخدام التفاعلات في التحليل الحجمي:

أ. أن يكون التفاعل تام وغير عكوس .

ب. أن يكون التفاعل سريعا جدا.

ج. أن تكون نقطة التكافؤ واضحة بشكل جيد، سواء ظهور لون أو بإضافة كاشف ملون أو ظهور راسب.

د. أن لا يؤثر تغير الظروف الخارجية (الحرارة،الضغط ،...) على التفاعل .

2.2- تصنيف طرق التحليل الحجمي:

- **المعايرة بالتعديل** : تعتمد على التفاعلات بين الأحماض و الأسس .
- **المعايرة بالأكسدة و الإرجاع** : تعتمد على تفاعلات الأكسدة والإرجاع.
- **المعايرة بالترسيب** : تعتمد على تفاعلات الترسيب .
- **المعايرة عن طريق تشكل معقد** : تعتمد على تفاعلات تشكل معقدات .

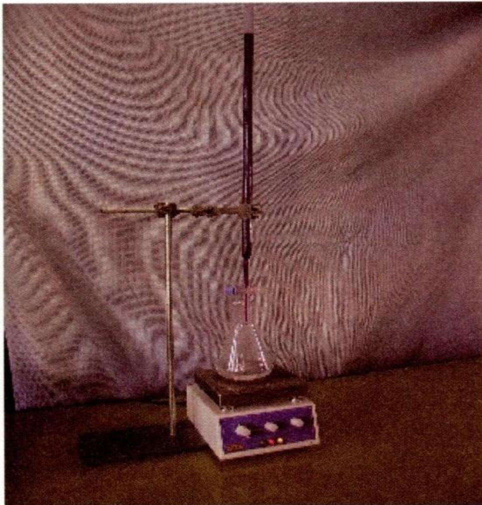
3.2- تقنيات المعايرة:

أ- المعايرة المباشرة:

يتفاعل المحلول القياسي بشكل مباشر مع المحلول المجهول .و يتم بالطريقة التالية:

ليكن لدينا المحلول **A** نظاميته مجهولة N_1 و نريد معايرته:

- نأخذ حجما معينا بدقة V_1من **A** و نضعه في أرلن للمعايرة.
- نملأ السحاحة بالمحلول المناسب **B** الذي نعرف نظاميته N_2 ونسكب هذا المحلول في الأرلن حتى نقطة التكافؤ(نهاية التفاعل) .
- نقرأ على السحاحة الحجم المضاف و ليكن V_{eq}.



محلول A
(مجهول)؟N_1

حساب نظامية المحلول المعاير

المحلول (B)	المحلول (A)
N_2 : معروفة	N_1 : ?
$V_2 = V_{eq}$: نقرأه من السحاحة	V_1 : معروف

لدينا:

عدد مكافئات (A):

$$\left.\begin{array}{l} 1000\ cm^3 \longrightarrow N_1\ Eg \\ V_1\ cm^3 \longrightarrow X_1\ Eg \end{array}\right\} \Rightarrow X_1 = \frac{N_1 \times V_1}{1000} Eg$$

عدد مكافئات (B) :

$$\left.\begin{array}{l} 1000\ cm^3 \longrightarrow N_2\ Eg \\ V_2\ cm^3 \longrightarrow X_2\ Eg \end{array}\right\} \Rightarrow X_2 = \frac{N_2 \times V_2}{1000} Eg$$

عند نقطة التكافؤ: عدد مكافئات المحلول A = عدد مكافئات المحلول B ($X_1 = X_2$)

$$N_1 \times V_1 / 1000 = N_2 \times V_2 / 1000$$

نحصل على العلاقة:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$N_1 = \frac{N_2 \times V_2}{V_1}$$

ب- المعايرة غير المباشرة:

نطبق هذه المعايرة عند استحالة المعايرة المباشرة.

تتفاعل العينة مع مادة مناسبة لتعطي مادة مكافئة للعينة المجهولة و التي يتم معايرتها بمحلول قياسي .

ج - المعايرة الخلفية:

لمعايرة محلول A نظاميته مجهولة N_1 :

- نأخذ حجما معروفا من العينة A و ليكن $V_1(cm^3)$ و نضيف إليه حجما معلوما بدقة و بشكل فائض من المحلول القياسي الأول B و ليكن $V_2(cm^3)$ و نظاميته معلومة N_2 .
- نعاير الفائض من المحلول القياسي الأول بمحلول قياسي ثان'A (له نفس طبيعة المحلول A´) نظاميته معلومة N_3 و ليكن V_3 هو الحجم اللازم منه.

حساب التركيز:

عدد مكافئات A : $V_1 \times N_1 / 1000$ ، عدد مكافئات B = $N_2 \times V_2 / 1000$ ،

عدد مكافئات 'A : $N_3 \times V_3 / 1000$

في نهاية التفاعل تكون عدد مكافئات B الموجودة في$V_2\ cm^3$ تساوي إلى مجموع المكافئات الموجودة في $V_1\ cm^3$ للمحلول A و المكافئات الموجودة في V_3 للمحلول 'A.

$$N_2 V_2 /1000 = [N_1 V_1 /1000 + N_3 V_3 / 1000]$$

$$N_1 \times V_1 = (N_2 \times V_2) - (N_3 \times V_3)$$

$$N_1 = \frac{(N_2 \times V_2) - (N_3 \times V_3)}{V_1}$$

4.2- حساب الارتيابات :

أ- تعريف الارتياب:

الارتياب هو أكبر خطأ يمكن ارتكابه خلال إنجاز قياس ما. ينتج عن جمع كل الأخطاء المرتكبة خلال هذا القياس مثل: خطا تقدير حجم المادة المجهولة و يعود إلى دقة الماصة المستخدمة، خطأ تقدير حجم المحلول القياسي و الذي يعود إلى دقة السحاحة المستخدمة، خطا تقدير وزن المادة والذي يعود إلى خطأ الميزان أو حساسيته....

ب- أنواع الارتيابات :

*** الارتياب المطلق (ΔX) :**

هو أكبر خطا يمكن ارتكابه أثناء قياس المقدار X .
هو دائما موجب و يحمل وحدة القياس.

* الارتياب النسبي $\frac{\Delta X}{X}$

هو النسبة بين الارتياب المطلق (ΔX) و القيمة التقريبية للمقدار X الناتجة عن عدة قياسات .
ليس له وحدة ويعطى عادة بالنسبة المئوية %

ج- حساب الارتيابات على النظامية N :

لدينا من قانون التعديل : $N_1 = N_2 . V_2 / V_1$

* الارتياب النسبي: $\frac{\Delta N_1}{N_1} = \frac{\Delta N_2}{N_2} + \frac{\Delta V_2}{V_2} + \frac{\Delta V_1}{V_1}$

* الارتياب المطلق: $\Delta N_1 = N_1 . \left(\frac{\Delta N_2}{N_2} + \frac{\Delta V_2}{V_2} + \frac{\Delta V_1}{V_1} \right)$ (Eg / L)

* الكتابة الصحيحة :

$N_1 = (N_1 \pm \Delta N_1)$ (Eg /L)
الصحيحة المقاسة

3 - طرق التحليل الحجمي :

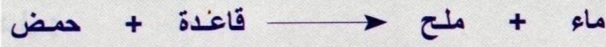
1.3- المعايرة بالتعديل (حمض-أساس)

1.1.3- تعريف المعايرة بالتعديل:

يتم هذا النوع من المعايرات بين حمض وقاعدة، عند معايرة قاعدة مجهولة التركيز بحمض معلوم التركيز تسمى Acidimétrie وعند معايرة حمض مجهول التركيز بقاعدة معلومة التركيز تسمى Alcalimétrie وفي كلتا الحالتين تحصل عملية تفاعل بين الحمض والقاعدة مما يترتب عليه عملية تعديل **Neutralisation** ولهذا تسمى هذه المعايرات بمعايرات التعديل والتي يصحبها تغير في الرقم الهيدروجيني pH.

2 .1.3- مبدأ المعايرة بالتعديل :

- ترتكز المعايرة بالتعديل على التفاعلات بين الأحماض والأسس.



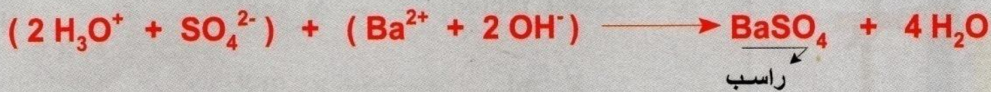


- الملح الناتج يمكن أن:

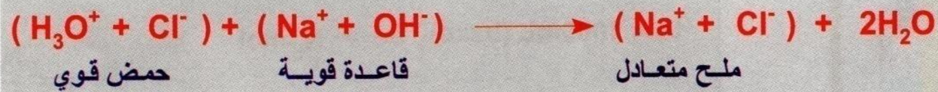
- يبقى في المحلول على شكل شاردي: مثل



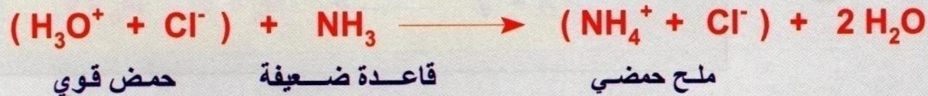
- يظهر على شكل راسب: مثل



- يكون ملحا متعادلا (PH = 7): مثل



- يكون ملحا حمضيا (PH <7): مثل



- يتكون ملحا قاعديا (PH >7): مثل



- تحدث جميع التفاعلات في المحاليل المائية بين الأيونات في غياب الجزيئات، والمحلول الناتج يكون متعادلا كهربائيا، يوجد نفس العدد من الشحنات الموجبة و الشحنات السالبة.

• المبدأ الأساسي في المعايرة :

يتم تعديل حمض بأساس وفق المعادلة التالية:



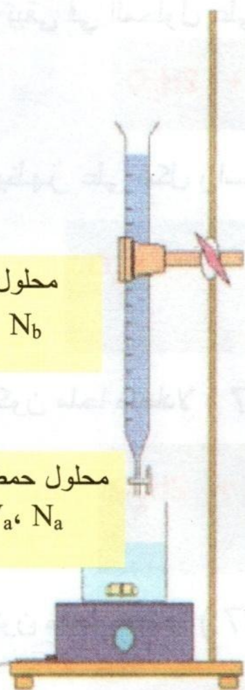
عدد شوارد الهيدرونيوم = عدد شوارد الهيدروكسيد

$$n(OH^-) = n(H_3O^+)$$

3.1.3- تقنية المعايرة بالتعديل :

يؤخذ حجم من المحلول المراد تعيين تركيزه بواسطة ماصة ثم يوضع في بيشر مع قطرات من الكاشف المناسب ثم يضاف المحلول المعاكس (المعلوم التركيز) بدقة حتى الوصول إلى النقطة التي يتغير عندها لون الكاشف . وهذا يعني أن عدد شوارد الهيدرونيوم للحمض تساوي نظريا عدد شوارد الهيدروكسيد للأساس .

4.1.3- طريقة الحساب:



محلول أساسي
V_b ، N_b

محلول حمضي
V_a، N_a

- حساب عدد مولات H_3O^+ في الحجم V_a :

$$\left.\begin{array}{l} 1L = 1000mL\ (acide) \longrightarrow N_a\ mol \\ V_a\ mL \longrightarrow X\ mol \end{array}\right\} \Longrightarrow X = \frac{N_a \times V_a}{1000}$$

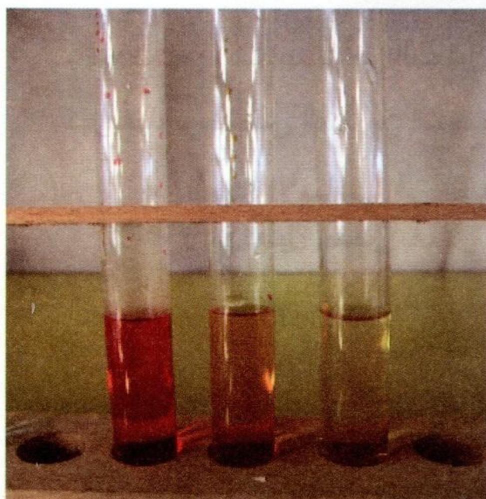
- حساب عدد مولات OH^- في الحجم V_b:

$$\left.\begin{array}{l} 1L = 1000mL\ (base) \longrightarrow N_b\ mol \\ V_b\ mL \longrightarrow y\ mol \end{array}\right\} \Longrightarrow y = \frac{N_b \times V_b}{1000}$$

$$X = y \Longrightarrow N_a \times V_a = N_b \times V_b$$

5.1.3- الكواشف الملونة و مجال التغير:

فـي معـايرات التعـديل يستعمل كاشـف ملـون مناسـب إمـا حمـض عضـوي ضـعيف HIn مثـل الفينـول فثـالين **Phénolphtaléine** أو قواعد عضوية ضعيفة InOH مثل الميثيل البرتقالي **Méthylorange**. يتغير لونهـا تبعـا للوسط الموجودة فيه ويختلف لون الصورة المتأينة عن الصورة غير المتأينة. حيث: In تعني شق الكاشفIndicateur.



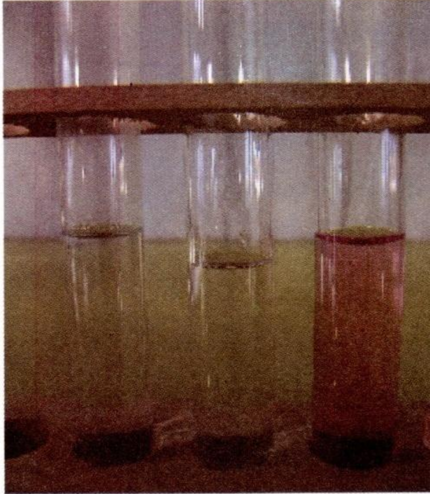
الوسط : قاعدي معتدل حمضي

أ – دليل الميثيل البرتقالي Méthyl Orange :

مركب عضوي ضعيف القاعدية InOH يتغير لونه في مجال pH من 3.1 إلى 4.4 . يأخذ اللون الوردي عند قيم pH أقل من أو تساوي 3.1 (الشكل الحمضي المتأين In^+) و يأخذ اللون الأصفر عند قيم pH أكبر من أو يساوي 4.4 (الشكل القاعدي غير المتأين InOH) و يأخذ اللون البرتقالي في مجال pH محصور ما بين 3.1 – 4.4 .



وردي أصـفر



ب – دليل الفينولفثالين Phénolphtaléine : و هو عبارة عن حمض ضعيف HIn يتغير لونه في مجال pH من 8 إلى 10 . يكون عديم اللون عند قيم pH أقل من أو تساوي 8 (الشكل الحمضي غير المتأين HIn) و يأخذ اللون الأحمر الوردي عند قيم pH أكبر من أو يساوي 10 (الشكل القاعدي المتأين In^-).



$$HIn \rightleftharpoons H^+ + In^-$$

عديم اللـون أحمر وردي

ج - جدول يبين مجال التغير اللوني لبعض الكواشف

الكاشف	مجال الانحراف (pH)	اللون في الوسط الحمضي	اللون في الوسط القاعدي
الميثيل البرتقالي MO	3,1 - 4,4	أحمر وردي	أصفر
أخضر البروموكريزول	3,8 - 5,4	أصفر	أزرق
أحمر الميثيل RM	4,2 - 6,3	أحمر	أصفر
أحمر البروموكريزول	5,2 - 6,8	أصفر	أرجواني
أزرق البروموثيمول BBT	6 - 7,6	أصفر	أزرق
الفينول فتالين Ph-Ph	8,3 - 10	عديم اللون	أحمر وردي

د - كيفية تحديد الكاشف الملون المناسب:

يكون الكاشف مناسبا إذا كان مجال تغير لونه يشمل PH نقطة التكافؤ.

الكاشف	استـعمالاتـه
الميثيل البرتقالي MO	يستعمل في معايرة الأحماض القوية، الأسس القوية، الأسس الضعيفة (ما عدا NH_3)، الحموضة الأولى لـ H_3PO_4
أحمر الميثيل RM	يستعمل في معايرة الأسس الضعيفة العضوية ، النشادر NH_3
أزرق البروموثيمول BBT	يستعمل في معايرة الأحماض القوية ، الأسس القوية
الفينول فتالين Ph-Ph	يستعمل في معايرة الأحماض القوية،الأسس القوية ،الأحماض الضعيفة ، الحموضة الثانية لـ H_3PO_4

التطبيق الأول: معايرة حمض قوي HCl بأساس قوي NaOH

التجربة :

نعاير $10cm^3$ من محلول حمض كلور الماء HCl مجهول النظامية بمحلول قياسي من الصود NaOH (0.1N) بوجود كاشف ملون مناسب ، نكرر التجربة ثلاث مرات و ندون النتائج في الجدول :

جدول النتائج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط $V_m (cm^3)$
$V_{NaOH} (cm^3)$	10,1	9,9	10	

الأسئلة :

1- مـا هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة ؟ ما لونه قبل و بعد نقطة التكافؤ ؟

2- أكتب معادلة التفاعل الحادث خلال المعايرة .

3- أحسب نظامية محلول HCl .

4- استنتج التركيز المولي C والتركيز الكتلي C_m لمحلول HCl .

5- أحسب الارتياب المطلق على نظامية HCl و أعط الكتابة الصحيحة لهذه النظامية علما أن :

$\Delta N_{NaOH} = 0.001 N$
$\Delta V_{Burette} = 0.05 cm^3$
$\Delta V_{Pipette} = 0.02 cm^3$

التطبيق الثاني: معايرة حمض ضعيف CH_3COOH بأساس قوي NaOH

التجربة :

نقوم بمعايرة $10cm^3$ من محلول حمض الخل CH_3COOH مجهول النظامية بمحلول قياسي من الصود NaOH (0.1N) بوجود كاشف ملون مناسب ،نكرر التجربة ثلاث مرات وندون النتائج في الجدول:

جدول النتائج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط $V_m\ (cm^3)$
$V_{NaOH}\ (cm^3)$	10,3	10,2	10,1	

الأسئلة :

1- ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة ؟ ما لونه قبل و بعد نقطة التكافؤ ؟

2- أكتب معادلة التفاعل الحادث خلال المعايرة .

3- أحسب نظامية محلول CH_3COOH .

4- استنتج تركيزه المولي C .

5- أحسب تركيزه الكتلي .

6- أحسب الارتياب على نظامية محلول CH_3COOH و أعط الكتابة الصحيحة لهذه النظامية علما أن :

$$\Delta N_{NaOH} = 0.001\ N$$
$$\Delta V_{Burette} = 0.05\ cm^3$$
$$\Delta V_{Pipette} = 0.02 cm^3$$

التطبيق الـثالث: **معايرة أساس ضعيف NH_3 بحمض قوي HCl**

التـجربـة :

نعاير $10cm^3$ من محلول النشادر NH_3 مجهول النظامية بمحلول قياسي من حمض كلورالماء HCl (0.1N) بوجود كاشف ملون مناسب ، نكرر التجربة ثلاث مرات و ندون النتائج في الجدول :

جـدول الـنـتـائـج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط $V_m (cm^3)$
$V_{NaOH} (cm^3)$	9,8	9,9	10	

الأسـئـلـة :

1 مـا هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة ؟ ما لونه قبل و بعد نقطة التكافؤ ؟

2- أكتب معادلة التفاعل الحادث خلال المعايرة .

3- أحسب نظامية محلول NH_3 .

4- استنتج التركيز المولي لمحلول NH_3 .

5- احسب تركيزه الكتلي .

6- احسب الإرتياب المطلق على تركيزه الكتلي و أعط الكتابة الصحيحة لهذا التركيز علما أن :

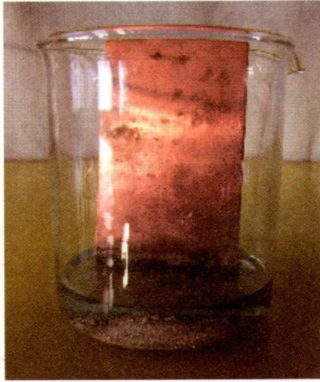
$$\Delta N_{HCl} = 0.001\ N$$
$$\Delta V_{Burette} = 0.05\ cm^3$$
$$\Delta V_{Pipette} = 0.02 cm^3$$

2.3- المعايرة بالأكسدة و الإرجاع

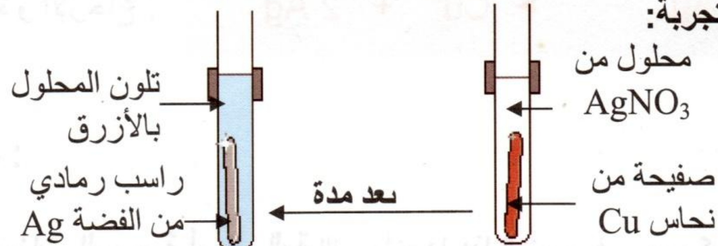
1.2.3 - مفهوم الأكسدة و الإرجاع

- **نشاط :**

أغمس صفيحة من النحاس Cu في محلول من نترات الفضة $AgNO_3$. ماذا يحدث ؟



- **التجربة:**



- **التفسيرات :**

- الراسب الرمادي من الفضة Ag ناتج من تفاعل شوارد الفضة Ag^+ الموجودة في المحلول .



$$Ag^+ + 1e^- \longrightarrow Ag \quad (1)$$

شوارد الفضة Ag^+ اكتسبت إلكترونات .

- تلون المحلول بالأزرق يعود إلى الشوارد Cu^{2+} الناتجة من تفاعل النحاس Cu



$$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^- \quad (2)$$

- ذرات النحاس Cu فقدت إلكترونات.

- **الإستنتاج :**

حدث انتقال الإلكترونات التي فقدتها ذرات النحاس Cu إلى شوارد الفضة Ag^+ التي اكتسبتها.



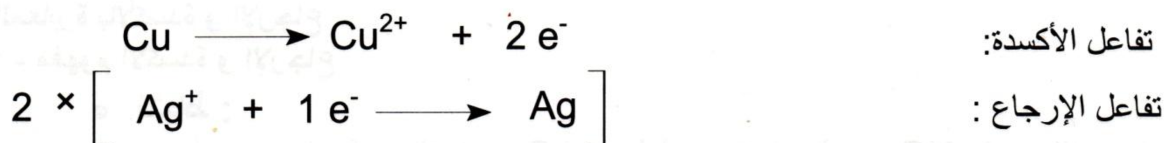
$$Cu + 2Ag^+ \longrightarrow Cu^{2+} + 2Ag \quad (3)$$

- **تعاريف :**

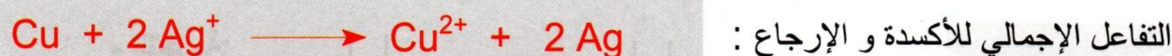
- **المؤكسد :** هو كل جسم كيميائي بإمكانه اكتساب إلكترونات .
- **المرجع :** هو كل جسم كيميائي بإمكانه فقدان إلكترونات .
- **تفاعل الأكسدة :** هو تفاعل فقدان إلكترونات من طرف المرجع.
- **تفاعل الإرجاع :** هو تفاعل اكتساب إلكترونات من طرف المؤكسد.
- **تفاعل الأكسدة الإرجاعية:** هو تفاعل تبادل الإلكترونات بين المؤكسد والمرجع وهو حاصل جمع تفاعل الأكسدة و تفاعل الإرجاع .

تفاعل الأكسدة: $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

تفاعل الإرجاع : $2 \times [\ Ag^+ + 1e^- \longrightarrow Ag\ ]$



التفاعل الإجمالي للأكسدة و الإرجاع : $Cu + 2Ag^+ \longrightarrow Cu^{2+} + 2Ag$



- **رقم أكسدة عنصر :**

- رقم أكسدة عنصر هو عدد الشحنات الموجبة أو السالبة التي يأخذها هذا العنصر في جسم كيميائي، على سبيل المثال يكون رقم أكسدة الكلور في كلوريد الصوديوم المذاب في الماء يساوي (- 1).
- يعرف رقم أكسدة عنصر ما بإتباع القواعد التالية :

رقم أكسدة جميع الفلزات موجبة (Na: +1, K:+1,Ca:+2,....).

رقم أكسدة جميع اللافلزات سالبة (Cl: -1, Br:-1, N : -3 ,....).

رقم أكسدة الهيدروجين +1 مع اللافلزات .

رقم أكسدة الأكسجين = -2

أي مركب متعادل تكون محصلة أعداد الأكسدة عليه تساوي الصفر.

- الشحنة الإجمالية لجسم كيميائي (جزيء ،شاردة موجبة أو شاردة سالبة) تساوي لمجموع أرقام أكسدة العناصر المكونة له .

مثال$_1$: احسب رقم أكسدة عنصر الكبريت S في الأجسام الكيميائية التالية :

H_2SO_4 , SO_2 , H_2S



الحل:

H_2S : $2(+1) + x = 0$	SO_2: $x + 2(-2) = 0$	H_2SO_4: $2(+1) + x + 4(-2) = 0$
$+2 + x = 0$	$-4 + x = 0$	$+2 + x - 8 = 0$
$x = -2$	**$x = +4$**	**$x = +6$**

أرقام أكسدة الكبريت هي

S : -2 , +4 , +6



مثال$_2$: احسب رقم أكسدة عنصر الكروم Cr في الشارد التالية :

$Cr_2O_7^{2-}$, CrO_4^{2-}



الحل:

CrO_4^{2-} : $x+4(-2) = -2$

$x = +6$

$Cr_2O_7^{2-}$: $2x+7(-2) = -2$

$2x = 12$

$x = +6$

رقم أكسدة الكروم $Cr : +6$

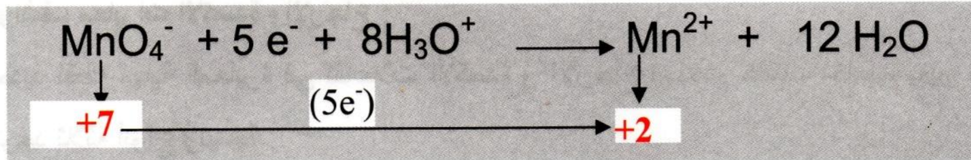
• موازنة تفاعلات الأكسدة و الإرجاع :

تمر موازنة تفاعلات الأكسدة و الإرجاع بالمراحل التالية :

* الموازنة الإلكترونية (إيجاد عدد الإلكترونات e^-) بحساب أرقام الأكسدة .
* موازنة الشحن باستعمال الشوارد H_3O^+ (وسط حمضي) أو الشوارد OH^- (وسط قاعدي).
* موازنة العناصر: موازنة الأكسجين O و الهيدروجين H يكون بإضافة جزيئات H_2O .

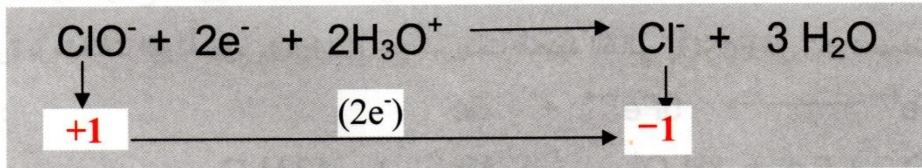
أمثلة :

- شاردة البرمنغنات MnO_4^- في وسط حمضي (MnO_4^- / Mn^{2+}) :



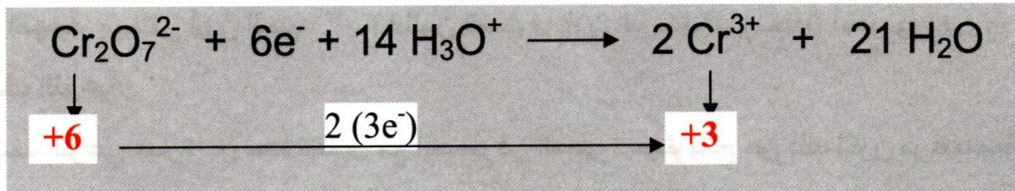
$$MnO_4^- + 5e^- + 8H_3O^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 12H_2O$$

- شاردة الهيبوكلوريت ClO^- في وسط حمضي (ClO^- / Cl^-):



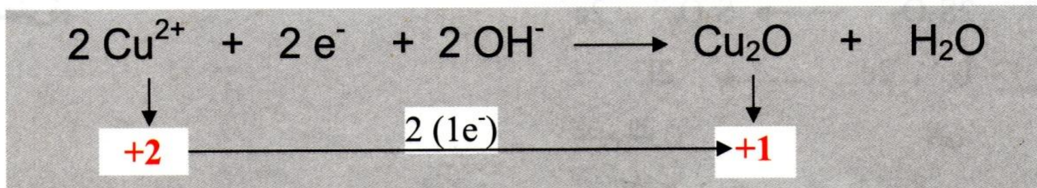
$$ClO^- + 2e^- + 2H_3O^+ \longrightarrow Cl^- + 3H_2O$$

- شاردة ثاني الكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ في وسط حمضي($Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}$) :



$$Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14H_3O^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 21H_2O$$

- شاردة النحاس Cu^{2+} في وسط قاعدي (Cu^{2+} / Cu_2O)



$$2Cu^{2+} + 2e^- + 2OH^- \longrightarrow Cu_2O + H_2O$$

2.2.3- مبدأ المعايرة بالأكسدة و الإرجاع :

- تتمثل المعايرة بالأكسدة والإرجاع في تقدير تركيز محلول من مؤكسد(أو مرجع) مجهول التركيز بمحلول من مرجع (أو مؤكسد) معلوم التركيز.
- تعتمد المعايرة بالأكسدة والإرجاع على تفاعل تبادل الإلكترونات بين المؤكسد والمرجع.

مؤكسـد(2) + مرجــع (1) ⟵ مرجــع (2) + مؤكسـد (1)

أكســـدة

إرجـاع

- تتساوى عدد المكافئات الغرامية لكل من المادة المؤكسدة والمادة المرجعة عند نقطة التكافؤ.
- يكون عدد الإلكترونات المفقودة عند التكافؤ (تغير لون المحلول) مساويا تماما لعدد الإلكترونات المكتسبة.
- نحتاج إلى استعمال كاشف لتعيين نقطة التكافـؤ(نهاية التفاعل).

3.2.3 ـ كواشف معايرات الأكسدة والإرجاع :

لتحديد نقطة نهاية المعايرة في تفاعلات الأكسدة و الإرجاع نستخدم كاشف مناسب يغير لونه بالقرب من نقطة التكافؤ, وتوجد ثلاثة أنواع رئيسية :

أـ الكواشف الذاتية :

إذا كان المؤكسد أو المرجع ذا لون مميز يمكنه في الكشف عن نقطة النهاية

مثال : معايرة برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ مع كبريتات الحديد الثنائي $FeSO_4$ في وجود حمض الكبريت.

أثناء المعايرة:

$$5Fe^{++} \longrightarrow 5Fe^{+++} + 5e^-$$

$$MnO_4^- + 5e^- + 8H_3O^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 12H_2O$$

بنفسجي عديم اللون

كل قطرة من البرمنغنات (بنفسجي) ترجع بواسطة أيون الحديد الثنائي (Fe^{++}) إلى أيون المنغنيز Mn^{+2} (عديم اللون) .

عند نقطة النهاية : يختفي أيون الحديد Fe^{++} فيتلون المحلول بلون البرمنغنات (مخففا) أحمر وردي .

ب-الكواشف النوعية:

الكاشف النوعي عبارة عن مادة تتفاعل مع أحد طرفي المعايرة حيث ينتج عن ذلك تكون مركب معقد ذي لون مميز

مثال : النشا يعطي مع اليود I_2 لونا أزرقا وعند اختفاء اليود يختفي اللون الأزرق.

ـ أثناء المعايرة:

$$2S_2O_3^{--} \longrightarrow S_4O_6^{--} + 2e^-$$

$$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$$

بني عديم اللون

-عند نقطة النهاية : يختفي أيون الثيوكبريتات $S_2O_3^{--}$ فيتفاعل اليود I_2 مباشرة مع النشا ويعطي اللون الأزرق .

ومن الأمثلة الأخرى لهذا النوع من الأدلة أيونات الثيوسينات SCN^- التي تستعمل في معايرات الحديد حيث تكون مركبا معقدا ذا لون أحمر مع الحديد الثلاثي.

ج-أدلة الأكسدة والإرجاع الحقيقية :

هي مواد ملونة قابلة للأكسدة والإرجاع يختلف لونها في صورتها المؤكسدة عن لونها في صـــورتها المرجعـــة ومنهـــا الكواشف الآتية:

الـكـاشـف	اللـون	
	شكل مؤكسد	شكل مرجع
أحمر معتدل Rouge Neutre	أحـمـر	عـديـم اللـون
أزرق الميتيلين Rouge de Methylène	أزرق فاتح	عـديـم اللـون
ثنائي فينل أمين Diphenylammine	أزرق بـنـفـسـجـي	عـديـم اللـون

4.2.3- طريقة الحساب:

- حساب عدد المكافئات في حجم V_{ox} للمحلول المؤكسد :

$$\left.\begin{array}{l} 1L = 1000mL\ (ox) \longrightarrow N_{ox} \\ V_{ox}\ mL \longrightarrow X \end{array}\right\} \Longrightarrow X = \frac{N_{ox} \times V_{ox}}{1000}$$

- حساب عدد المكافئات في حجم V_{red} للمحلول المرجع:

$$1L = 1000mL\ (red) \longrightarrow N_{red} \Longrightarrow y = \frac{N_{red} \times V_{red}}{1000}$$

- حساب عدد المكافئات في حجم V_{red} للمحلول المرجع:

$$\left.\begin{array}{l} 1L = 1000mL\ (red) \longrightarrow N_{red} \\ V_{red}\ mL \longrightarrow y \end{array}\right\} \Longrightarrow y = \frac{N_{red} \times V_{red}}{1000}$$

$$x = y \Longrightarrow N_{ox} \times V_{ox} = N_{red} \times V_{red}$$

5.2.3- المعايرات المنغنيمترية :

تتحقق هذه المعايرات بواسطة محلول قياسي من برمنغنات البوتاسيوم في وجود كمية مناسبة من حمض الكبريت الممدد

أ- تحديد نظامية $KMnO_4$ بإستعمال أكسالات الصوديوم :

المبدأ : يرجع برمنغنات البوتاسيوم بواسطة أكسالات الصوديوم في وجود حمض الكبريت وفق المعادلة :



$$2\,MnO_4^- + 5\,C_2O_4^{2-} + 16\,H_3O^+ \longrightarrow 2\,Mn^{2+} + 24\,H_2O + 10\,CO_2$$



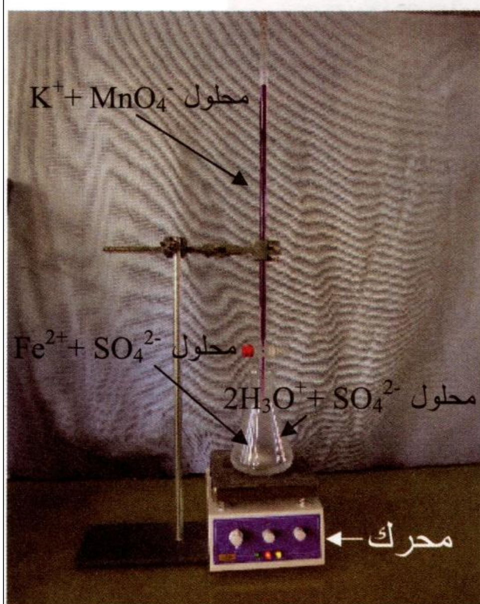
$$2\,KMnO_4 + 5\,Na_2C_2O_4 + 8\,H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 5\,Na_2SO_4 + 8\,H_2O + 10\,CO_2$$

ب - معايرة شاردة الحديد Fe^{2+} في محلولها بواسطة شاردة برمنغنات MnO_4^-:

تؤكسد شاردة MnO_4^- شاردة الحديد Fe^{2+} في وجود حمض الكبريت وفق معادلة الأكسدة الإرجاعية التالية:



$$MnO_4^- + 5\,Fe^{2+} + 8\,H_3O^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 5\,Fe^{3+} + 12\,H_2O$$

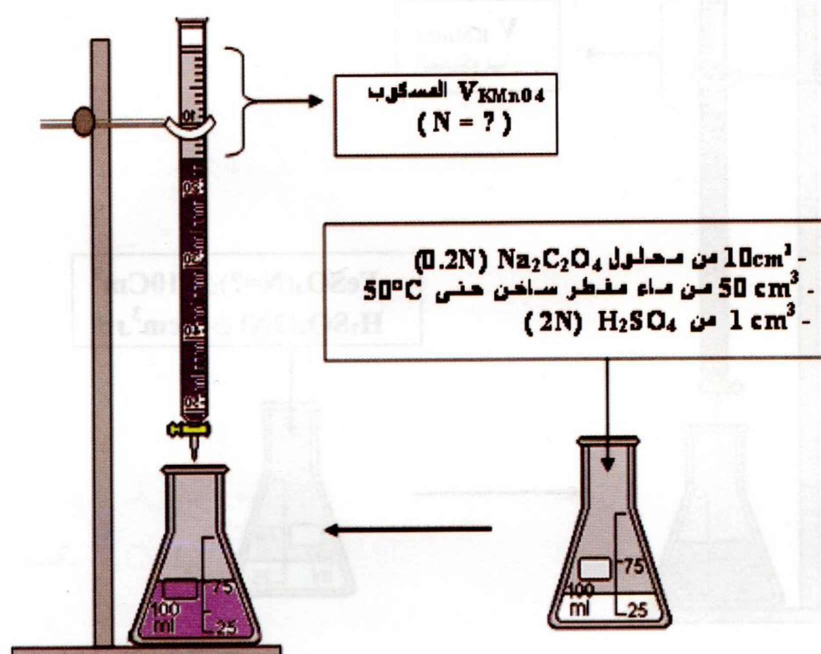


- تبين معادلة التفاعل الكيميائي أن مولا من شوارد MnO_4^- يؤكسد 5 مولات من شوارد Fe^{2+}.
- عند نقطة التكافؤ تختفي شوارد Fe^{2+} و يظهر اللون البنفسجي الفاتح لأول قطرة إضافية MnO_4^- .
- يتم عمليا تعيين نقطة التكافؤ بسكب محلول $KMnO_4$ على محلول كبريتات الحديد الثائي في وجود حمض الكبريت إلى أن يظهر لون بنفسجي فاتح.

التطبيق الأول: معايرة $KMnO_4$ بـ $Na_2C_2O_4$

التجربة :

لتعيين النظامية الصحيحة لمحلول برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ المحضر سابقا نقوم بمعايرته بمحلول قياسي من أكسالات الصوديوم $Na_2C_2O_4$ (0.2N) كما هوموضح في الرسم:



جدول النتائج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط Vm (cm^3)
V_{NaOH} (cm^3)	20,3	20	20	

الأسئلة :

1- ما هو لون المحلول قبل و بعد نقطة التكافؤ ؟

2-اكتب تفاعلات الأكسدة و الإرجاع الحادثة ثم استنتج التفاعل الإجمالي.

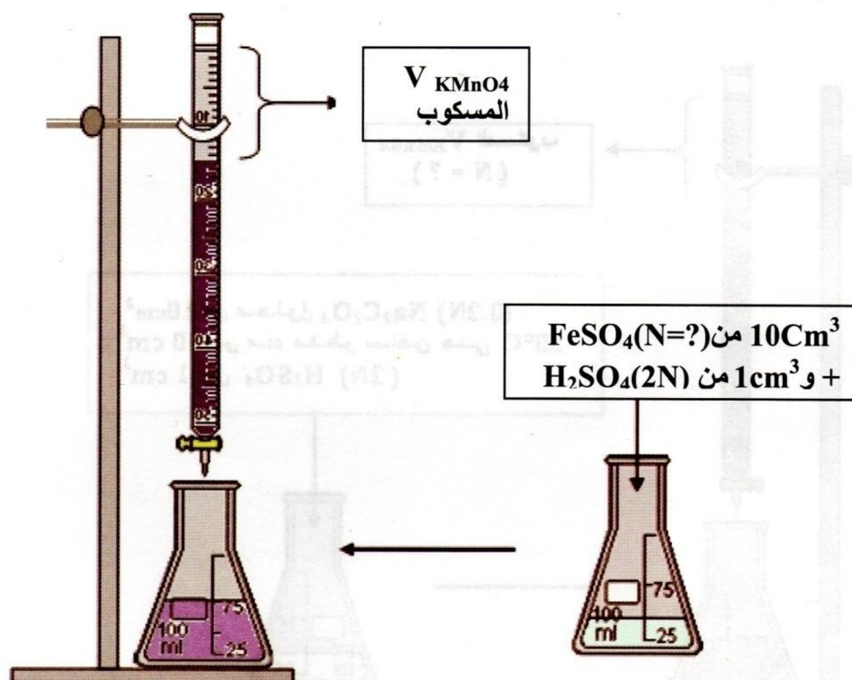
3-احسب نظامية محلول $KMnO_4$.

4- استنتج التركيز المولي C و التركيز الكتلي C_m لمحلول $KMnO_4$.

التطبيق الثاني: معايرة $FeSO_4$ بـ $KMnO_4$

التجربـة :

نضع في ارلن $10\ Cm^3$ من محلول كبريتات الحديد الثنائي $FeSO_4$ و $1cm^3$ من H_2SO_4 و نعاير بمحلول قياسي من برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ (0.2N) كما هو موضح في الرسـم :



جدول النتـائج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط $Vm\ (cm^3)$
$V_{NaOH}\ (cm^3)$	12,6	12,5	12,4	

الأسئـلة :

1- اكتب تفاعلات الأكسدة و الإرجاع الحادثة و استنتج التفاعل الإجمالي.

3- احسب نظامية محلول $FeSO_4$.

4- استنتج التركيز المولي C و التركيز الكتلي C_m لمحلول $FeSO_4$.

3.3 - المعايرة عن طريق تشكيل معقد

1.3.3- تعريف :

ينتج المعقد عن اتحاد كاتيون معدني "M^{n+}" يحتوي على حجرات فارغة يسمى الأيون المركزي بمانح (جزيئات أو شوارد) يحمل أزواج إلكترونية حرة يسمى السنادة"L" (ligand). يكون المانح إما أنيون مثل: SCN^-، CN^-، I^-، Cl^- أو جزيء متعادل مثل الماء أو النشادر أو مادة عضوية ولهذا فإن المعقدات تنقسم من ناحية التكوين إلى ثلاثة أقسام :

- **معقدات ناتجة من اتحاد الكاتيون بأنيون:**

هي أنواع كثيرة وتشمل أغلب الأيونات القادرة على تكوين معقدات ومنها الهالوجينات والكبريتيدات والثيوسيانات والهيدروكسيدات وغيرها ...

مثال : المعقد $[Fe(CN)_6]^{3-}$ تشكل من إتحاد Fe^{3+} مع 6 شوارد CN^- .

- الأيون المركزي هو الأيون Fe^{3+} و السنادة هي الشاردة CN^- .

- **معقدات ناتجة من اتحاد الكاتيون بجزيء :**

تتكون هذه المعقدات من اتحاد الكاتيون بجزئ متعادل مثل النشادر والماء ومن امثلتها الأيونات المتميهة مثل : $Al(H_2O)_6^{3+}$ والمعقدات الأمينية مثل : $Ni(NH_3)_6^{2+}$ ويلاحظ أن الشحنة النهائية للمعقد تمثل شحنة الكاتيون نفسه.

- **معقدات ناتجة من اتحاد الكاتيون بمادة عضوية :**

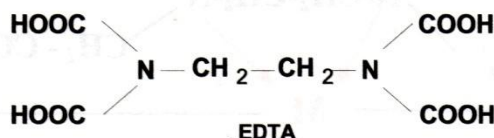
تنتج من اتحاد الكاتيون بمركب عضوي مثل EDTA أو الغليوكزيمات GLYOXIMES والكينولينات وغيرها وأغلب هذه المعقدات من النوع المخلبي chélates .

2.3.3 - مبدأ المعايرة بالتعقيد :

- يتمثل في معايرة محلول من شوارد معدنية ذات تركيز مجهول بواسطة محلول قياسي من مادة لها القدرة على تكوين معقدات مستقرة في المحلول مع هذه شوارد معدنية مثل EDTA (إيتيلين ثنائي أمين رباعي أستيك) حيث يثبت pH للمحلول الذي يراد معايرته عند الرقم الملائم بواسطة إضافة محلول منظم ثم يضاف الكاشف المناسب.
- إذا كانت المعقدات عديمة اللون يجب استعمال كاشف ملون Ind يكون على شكل سنادة ويشكل مع الشوارد المعدنية M معقدات قليلة الإستقرار " MInd "

3.3.3 – المعايرة بواسطة الـEDTA :

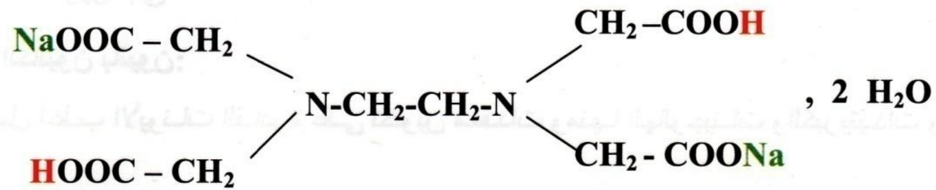
- من بين المركبات الأكثر استعمالا في معايرة الأيونات المعدنية ، نجد حمض الإيتيلين ثنائي أمين رباعي أستيك (acide éthylène diammine tetra acétique E.D.T.A) و الذي له الصيغة التالية :



* يوجد على عدة أشكال حسب قيمة الـ pH (H_4Y , H_3Y^- , H_2Y^{2-} , HY^{3-} , Y^{4-})

* القدرة المعقدة إذن متعلقة بـ pH الوسط ، لهذا نستعمل محلول موقي لتثبيت الـ pH عند قيمة حيث يكون فيها المعقد المتشكل أكثر إستقرارا .

- عادة نستعمل ملح الـ **E.D.T.A** لأنه أكثر إستقرارا وانحلاله في الماء أكثر من الحمض وهو الملح الصوديومي و الذي له الصيغة التالية :



* يرمز له باختصار بـ (Na_2H_2Y , $2H_2O$)

* كتلته المولية : M = 372.2 g / mole

* هو كثير الإنحلال في الماء (180 g / L) عند درجة حرارة 20°C



$$Na_2H_2Y \xrightarrow{H_2O} 2\,Na^+ + H_2Y^{2-}$$

* أثناء المعايرة بملح الـ EDTA أي بـ H_2Y^{2-} تتحرر بروتونات H^+ حسب التوازن التالي :



$$H_2Y^{2-} + M^{2+} \rightleftharpoons MY^{2-} + 2\,H^+$$

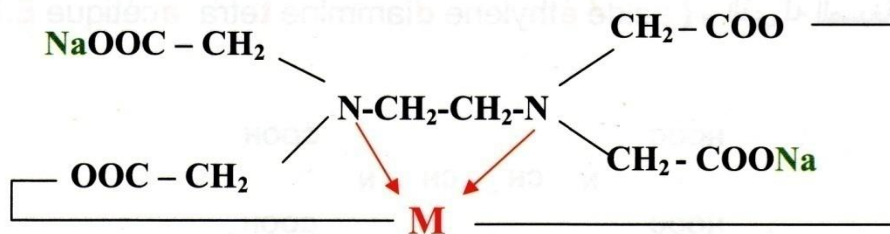
* تراكم هذه البروتونات داخل المحلول يؤدي إلى انتقال التوازن في اتجاه تفكك المعقدات MY^{2-} وهذا يجعل المعايرة مستحيلة ، لذلك يجب تثبيت هذه البروتونات باستعمال محلول منظم نشادري ذو pH : 8 - 10.

ملاحظة : المحلول الموقي (المنظم) هو المحلول الذي يثبت قيمة pH الوسط .

* تعود قدرة التعقيد في هذا المركب إلى وجود أزواج إلكترونية حرة على ذرات الآزوت، يمكن منحها إلى الشوارد المعدنية.

* عندما يتفاعل ملح EDTA مع الأيونات المعدنية ، فإنه يشكل معها معقدات شديدة الثبات بنوعين من الروابط ، روابط أيونية مع شوا رد الأسيتات بعد أن تتخلى عن البروتون ، و روابط نصف مستقطبة مع ذرات الآزوت .

يكون التفاعل مع المعدن M كالتالي :



* عموما تكون المعقدات الناتجة عديمة اللون لذلك نستعمل كواشف تبين نهاية المعايرة هذه الكواشف تشكل مع الكاتيونات المعدنية معقدات لكنها أقل ثباتا من تلك التي تتشكل مع EDTA .

4.3.3- الكواشف الملونة المستعملة : من بين الكواشف المستعملة نجد :

أ- أسود الإريوكروم Noir d' Eriochrome T (NET)

- يستعمل بوجود محلول منظم أمونياكي ذو pH (8 - 10) أثناء معايرة الشوارد التالية :



Co^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+}

- لونه و هو حر(غير مرتبط) أزرق و لونه و هو على شكل معقد أحمر بنفسجي و يرمز له بختصار بـ H_2Ind^-



الكاشف NET

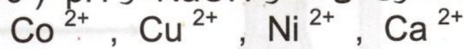


$$M^{2+} + H_2Ind^- \rightleftharpoons MInd^- + 2H^+$$

أزرق ، أحمر بنفسجي

ب- الموركسيد : Murexide

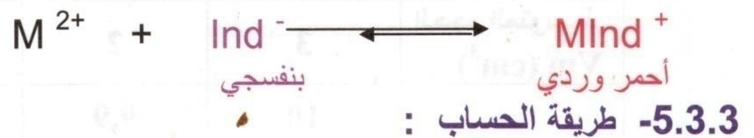
- يستعمل بوجود محلول من الصودNaOH ذو pH (10 - 12) أثناء معايرة الشوارد التالية :



Co^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Ca^{2+}

- لونه و هو حر بنفسجي و لونه و هو على شكل معقد أحمر وردي
- يرمز له باختصار بـ Ind^-





$$M^{2+} + Ind^- \rightleftharpoons MInd^+$$

بنفسجي ، أحمر وردي

5.3.3- طريقة الحساب :

عند التكافؤ: عدد المكافئات الغرامية M^{2+} = عدد المكافئات الغرامية E.D.T.A

$$N_{M^{2+}} \times V_{eau} = N_{E.D.T.A} \times V_{eq\ E.D.T.A}$$

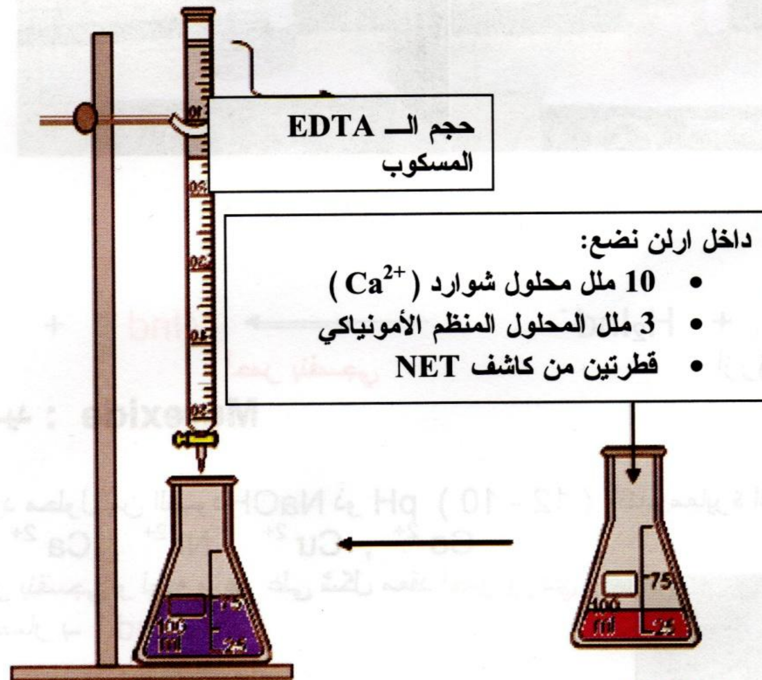
تطبيق:

معايرة الشوارد Ca^{2+} بالـــ EDTA

التـجـربـة :

معايرة $10cm^3$ من محلول $CaCl_2$ مجهول النظامية بمحلول قياسي من الـ EDTA (0.05N) بوجود محلول منظم أمونياكي ذو (pH=10) و كاشف ملون مناسب ،

نكررالتجربة ثلاثة مرات وندون النتائج في الجدول :



جـدول الـنـتـائـج :

رقم التجربة	1	2	3	الحجم المتوسط $Vm\ (cm^3)$
$V_{NaOH}\ (cm^3)$	10 ,1	9,9	10	

الأسـئـلـة :

1- اكتب التفاعلات الحادثة قبل و بعد التفاعل ثم استنتج التفاعل الإجمالي .

2- ما هو دور المحلول المنظم الأمونياكي في هذه المعايرة ؟

4- احسب نظامية محلول $CaCl_2$.

5- استنتج التركيزالمولي للمحلول بالشوارد المكونة له .

بحث حول طريقة صناعية

- تكوين أفواج صغيرة من المتعلمين

يقترح عليهم اختيار بحث من بين المواضيع الآتية:

ـ بحث حول محطة تحلية مياه البحر

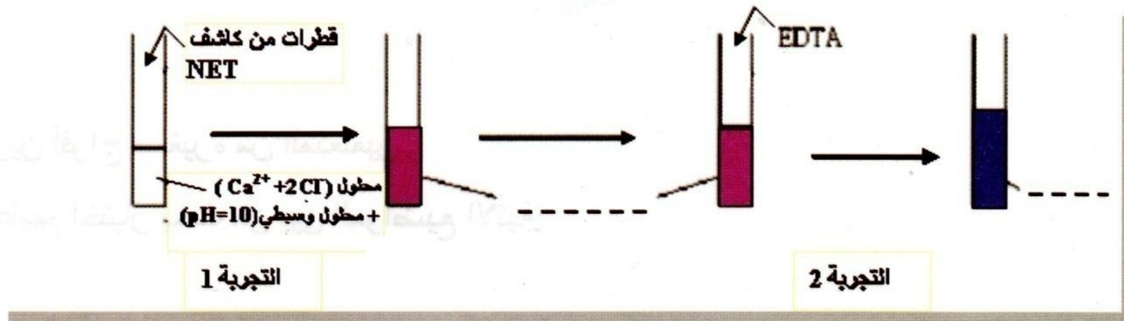
في المناطق الفقيرة بالمياه الصالحة للشرب والمحاذية للبحر تلجا إلى معالجة مياه البحر للتوفير الماء الصالح للشرب لذا نقترح انجاز بحث حول عمل محطة تحلية مياه البحر بإتباع الخطوات التالية

- تعريف تحلية المياه
- عوامل اختيار الطريقة المناسبة
- نموذج لمحطة التحلية
- المعالجة

تمارين

التمرين الأول:

* لتكن التجربتين التاليتين :



لاحظ ثم إستنتج ؟

- لون المحلول في التجربة1 .... وذلك بسبب ....
- لون المحلول في التجربة2 .... وذلك بسبب ....
- التفاعل 1: .... → ....
- التفاعل 2: .... → ....
- التفاعل الاجمالي: .... → ....

التمرين الثاني:

المشكلة :

كيف يمكن إستعمال طريقة المعايرة بالتعقيد لإيجاد تركيز محلول من خليط شوارد (Ca^{2+} و Mg^{2+}) ؟

نريد تعيين التركيز الكتلي للشوارد Ca^{2+} و Mg^{2+} داخل المحلول ، لذلك نقوم بالخطوات التالية :

التجربة1 : نعاير 10ml من الخليط (Ca^{2+}، Mg^{2+}) بوجود المحلول المنظم الأمونياكي (PH = 10) و قطرتين من كاشف NET بمحلول الـ EDTA (0,05N) .

عند التكافؤ يكون الحجم المسكوب V_{eqEDTA}=27 ml

التجربة2 : نعاير 10 ml من الخليط (Ca^{2+}، Mg^{2+}) بوجود محلول NaOH (PH =12) و قطرتين من كاشف الموريكسيد بمحلول الـ EDTA (0,05N).فيكون عند التكافؤ V_{eqEDTA}=10 ml

1. ماذا يحدث في التجربة 1 ؟ كيف يتغير اللون ؟ اكتب التفاعلات الحادثة .
2. لماذا استعملنا الموريكسيد في التجربة 2 ؟ كيف يتغير اللون ؟ اكتب التفاعلات الحادثة .
3. احسب تركيز Ca^{2+} في المحلول بالـ (g/L) .
4. استنتج تركيز Mg^{2+} في المحلول بالـ (g/L) .

يعطى : Ca : 40 g/mol , Mg : 24 g/mol

الفحوم الهيدروجينية

الفحوم الهيدروجينية من أهم منتجات البترول

- أذكر الفحوم الهيدروجينية التي تعرفها

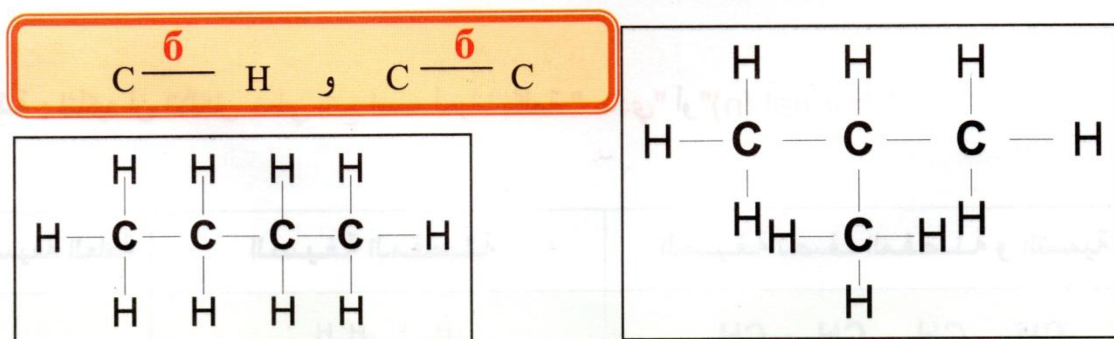
1- المقدمة:

الفحوم الهيدروجينية هي مركبات عضوية تحتوي جزيئاتها فقط على الكربون و الهيدروجين، صيغتها العامة C_XH_Y
وتنقسم إلى قسمين رئيسين :

- الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية المشبعة وغير المشبعة
- الفحوم الهيدروجينية الأروماتية

2 - الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية المشبعة:

1.2- تعريفها: تعرف الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية المشبعة بـ **الألكانات (Les alcanes)** و هي سلاسل كربونية
خطية أو متفرعة ، تحتوي على روابط تكافؤية بسيطة من النوع **σ** :



2.2 - الصيغة الجزيئية العامة و نصف المفصلة :

من الأمثلة السابقة نستنتج الصيغة العامة على الشكل :

ألكـان  Alcane

C_nH_{2n+2}

حيث $n = 1, 2, 3, ...$

3.2 - التسمية النظامية:

أ- حالة الألكانات الخطية (Linéaires) :

يتكون اسم الألكان من سابـقة تدل على عدد ذرات الكربون "C" في السلسلة و من لاحقة "ان" (ane)

يوضح الجدول التالي أسماء و صيغ الألكانات العشر الأولى

CH_4	Méthane ميثـان	méth = 1 = ميثـ
C_2H_6	éthane إيثـان	éth = 2 = إيثـ
C_3H_8	Propane بروبـان	prop = 3 = بروبـ
C_4H_{10}	Butane بوتـان	but = 4 = بوتـ
C_5H_{12}	pentane بنتـان	Pent = 5 = بنتـ
C_6H_{14}	hexane هكسـان	hex = 6 = هكسـ
C_7H_{16}	heptane هبتان	hept = 7 = هبتـ
C_8H_{18}	octane أوكتـان	oct = 8 = أوكتـ
C_9H_{20}	nonane نونـان	non = 9 = نونـ
$C_{10}H_{22}$	décane ديكان	déc = 10 = ديكـ

مـلاحـظـة : لتأكيد أن الألكان خطي يتبع اسمه أحيانا بكلمة " عادي" أو"(n) normal "

الصيغة نصف المفصلة و التسمية	الصيغة المفصلة	الصيغة العامة
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$ n - butane بوتـان عادي	$H—C-C-C-C—H$ (مع 4 H فوق و 4 H تحت)	C_4H_{10}
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$ n - pentane بنتـان عادي	$H—C-C-C-C-C—H$ (مع 5 H فوق و 5 H تحت)	C_5H_{12}

ب- حالة ألكانات متفرعة (Ramifiés) :

التسمية النظامية للألكانات المتفرعة (تحتوي على جذور) حسب قواعد الإتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (UICPA) كما يلي :

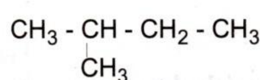
- تعتبر أطول سلسلة كربونية السلسلة الأساسية .
- ترقم السلسلة الكربونية الأساسية ابتداء من الكربون الأقرب إلى الجذر.
- يكتب اسم الألكان بتسمية الجذور أولا مسبوقا برقم الكربون الحامل للجذر متبوعا بـ (-) ثم اسم السلسلة الكربونية الأساسية .
- ترتب أسماء الجذور حسب الترتيب الأبجدي للحروف اللاتينية.
- إذا كانت عدة جذور متماثلة ، يذكر اسمها مرة واحدة و يسبق بكلمة : ثنائي ، ثلاثي ، رباعي ... (di, tri, tetra …) و بأرقام الفحوم الحاملة لها مع وضع فواصل بين هذه الأرقام .

جـ - تسمية الجذور:

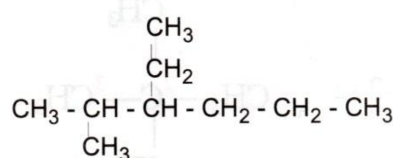
الجذور الألكيلية (C_nH_{2n+1} —): تسمى باستبدال اللاحقة "ان" (ane) للألكان الموافق و تعويضها باللاحقة "يل" (yle)

مثيل méthyle	CH_3 -
إيثيل éthyle	C_2H_5-
بروبيل propyle	C_3H_7-
بوتيل butyle	C_4H_9-

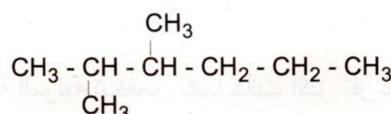
مثال: تسمية المركبات التالية:



2 - méthylbutane



3 - éthyl-2-méthylhexane



2,3 - diméthylhexane

4.2 – الخواص الفيزيائية:

* الألكانات من C_1 إلى C_4 هي غازات عند درجات الحرارة العادية وتكون، سائلة من C_5 إلى C_{16} وصلبة ابتداء من C_{17}.

* تتميز الألكانات الخطية بدرجات غليان منخفضة إذ تبدأ درجة غليان الألكانات الغازية من $T_{Eb} = -164°C$ بالنسبة للميثان إلى $T_{Eb} = -0.5°C$ بالنسبة للبوتان، وتبدأ درجة غليان الألكانات السائلة من $T_{Eb} = 35\ °C$ بالنسبة للبنتان، أما درجة انصهار الألكانات الصلبة تبدأ من $T_F = 22\ °C$ بالنسبة لـ $C_{17}H_{36}$ إلى $T_F = 99\ °C$ بالنسبة لـ $C_{60}H_{122}$.

عدد ذرات الكربون n	1	2	3	4	5	6
الصيغة العامة	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}
M (g/mol)	16	30	44	58	72	86
T_{Eb} (°C)	- 164	- 89	- 43	- 0.5	+ 35	+ 69

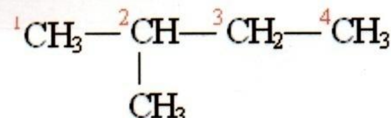
عدد ذرات الكربون n	17	60
الصيغة العامة	$C_{17}H_{36}$	$C_{60}H_{122}$
M (g/mole)	240	842
T_F (°C)	+ 22	+ 99

درجتي الغليان و الانصهار تزداد بزيادة الكتلة المولية بالنسبة للألكانات الخطية .

$T_{Eb} = +35\ °C$ n-Pentane بنتان عادي $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$

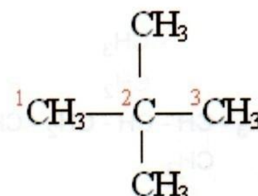
$T_{Eb} = +25\ °C$

2- méthylbutane 2 - ميثيل بوتان



$T_{Eb} = +9\ °C$

2,2-diméthylpropane 2، 2- ثنائي ميثيل بروبان



درجة غليان الألكانات التي لها نفس الكتلة المولية تنخفض كلما كانت أكثر تفرعا

- تطفو الألكانات السائلة على سطح الماء لأنها أقل كثافة منه.
- الألكانات عديمة الانحلال في الماء لكنها تنحل في الكثير من السوائل العضوية .

5.2– الخواص الكيميائية:

1.5.2- التفاعل مع الأكسجين:

الفحوم الهيدروجينية المشبعة قليلة الفعالية و يعود استقرارها الكبير للروابط التي تجمع بين مختلف الذرات في الجزيء والمتمثلة في الرابطة σ التي تتميز بالقوة و صعوبة الانكسار، لكنها تحترق بشدة مع الأكسجين وينتشر عن التفاعل حرارة كبيرة مما يجعلها وقود جيد.

الاحتراق التام:



$$C_nH_{2n+2} + (3n+1)/2\ O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O + \text{énergie}$$

الاحتراق غير التام:



$$C_nH_{2n+2} + (n+1)/2\ O_2 \longrightarrow n\,C + (n+1)H_2O$$

تطبيق: يتطلب الاحتراق التام لـ 10 L من غاز الميثان كمية من أكسجين الهواء.

*أكتب معادلة تفاعل الاحتراق الحادث.

* أحسب حجم الهواء اللازم لهذا الاحتراق (الغازات مقاسة في الشروط النظامية).

علما أن حجم الأوكسجين يمثل 1/5 حجم الهواء.

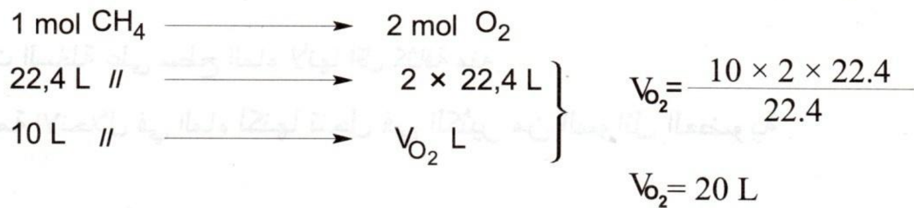
الحل :

- معادلة تفاعل الاحتراق:



$$CH_4 + 2\,O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O$$

- حساب حجم الهواء اللازم لهذا الاحتراق: في الشروط النظامية $V_m = 22.4\ L$



$$V_{O_2} = \frac{10 \times 2 \times 22.4}{22.4}$$

$$V_{O_2} = 20 \text{ L}$$

حساب حجم الهواء

$$V_{air} = 5V_{02}$$

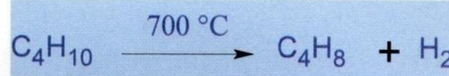
$$V_{air} = 5 \times 20$$

$$V_{air} = 100 \text{ L}$$

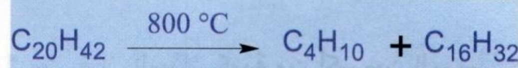
2.5.2- تأثير الحرارة:

تقاوم هذه المركبات الحرارة مقارنة مع المركبات العضوية الأخرى ، وتعطي عدة تحولات ابتداء من 700°C .

* كسر الرابطة (C-H)



* كسرالرابطة (C-C)



3- الفحوم الهيدروجينية الآليفاتية غير المشبعة:

تعريف: الفحوم الهيدروجينية غير المشبعة هي مركبات ذات سلاسل كربونية مفتوحة، خطية أو متفرعة، تحتوي على رابطة مضاعفة في حالة الألسانات و رابطة ثلاثية في حالة الألسينات.

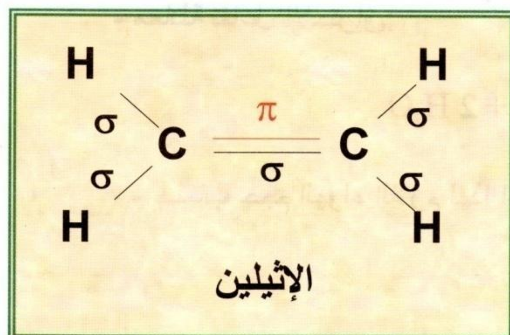
1-3 الألسنات les alcènes :

تحتوي سلسلتها الكربونية على رابطة مضاعفة (C=C)

1.1.3- الصيغة الجزيئية العامة:



حيث n= 2 , 3 , 4 , ...



2.1.3- الصيغة نصف المفصلة:

تكون على الشكل : $R_1 - CH = CH - R_2$

حيث R_1 و R_2 جذور الكيلية.

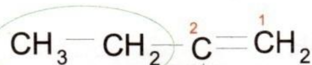
3.1.3- التسمـية:

يسمى الألـسن بنفس خطوات تسمية الألكانات لكن باستبدال اللاحقة "ان" (ane) للألكان الموافق باللاحقة "ان" (ène) مسبوقة بـ (-) و رقم أول كربون حامل للرابطة المضاعفة من السلسلة الأساسية.

أمثلة :

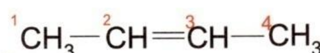
الاسم و الصيغة المجملة	الصيغة المفصلة	الصيغة لنصف المفصلة
الايتــن (الايتيلـن) C_2H_4 Ethène	H₂C=CH₂ مع ذرات H المفصلة: $H_2C{=}CH_2$	$H_2C{=}CH_2$
البروبن C_3H_6 Propène	$H_2C{=}CH-CH_3$ (مفصلة بكل ذرات H)	$H_2C{=}CH-CH_3$

تطبيق:





2 – ايـثـيل بـنـتـ - 1- ن
2-éthylpent – 1 –ène



بوتـ -2 – ن
but -2- ène

4.1.3- الخواص الفيزيائية:

- الألسانات من C_1 إلى C_4 غازية عند درجة الحرارة العادية وسائلة من C_5 حتى C_{18} و صلبة ابتداء من C_{19} .
- الألسانات درجة غليانها أقل من الألكانات الموافقة لها أما كثافتها فهي أكبر.

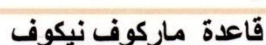
5.1.3 - الخواص الكيميائية:

إن وجود الرابطة π تسمح بعدة تفاعلات أهمها تفاعلات الضم

أ- الإماهة : ضم H_2O

يتم ضم الماء بوجود H_2SO_4 المركز كوسيط وفق قاعدة ماركوف نيكوف Markovnikov وينتج كحول :

$$R_1R_2C{=}CHR_3 + H{-}OH \xrightarrow{H_2SO_4} HO{-}CR_1R_2{-}CHR_3{-}H$$



قاعدة ماركوف نيكوف

يثبت الهيدروجين على الكربون الأكثر هيدروجينا

أمثلة :

$$H_2C{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3{-}CH_2{-}OH$$

$$H_2C{=}CH{-}CH_3 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3{-}CH(OH){-}CH_3$$

$$(CH_3)_2C{=}CH(CH_3) + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3{-}C(CH_3)(OH){-}CH_2{-}CH_3$$



ب- أكسدة الألسانات:

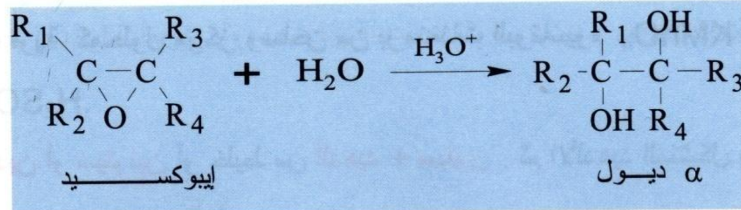
الأكسدة المقتصدة (الخفيفة) Oxydation ménagée

تأثير البيرأسيد (Peracide R-CO-O-OH): يؤدي إلى تشكل الإيبوكسيد و عند معالجته بالماء في وسط حمضي يتشكل مركب **α- ثنائي هيدروكسيل يدعى بـ α- ديول (α- diol)**

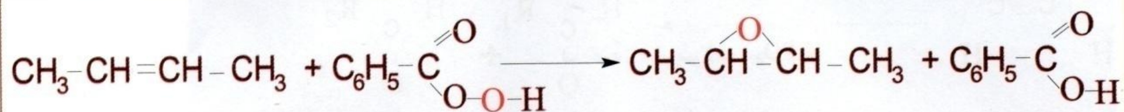
$$R_1R_2C{=}CR_3R_4 + R{-}CO_3H \longrightarrow R_1R_2C{-}O{-}CR_3R_4 \text{ (حلقي)} + R{-}COOH$$

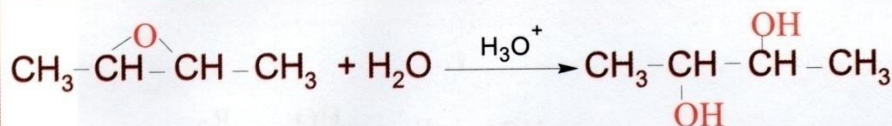
ألســـن ← إيبوكســـيد



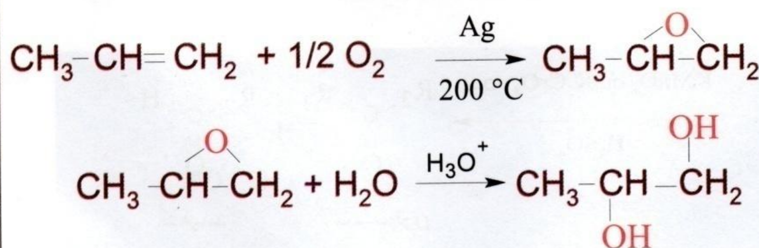


مثال: باستعمال فوق حمض البنزويك

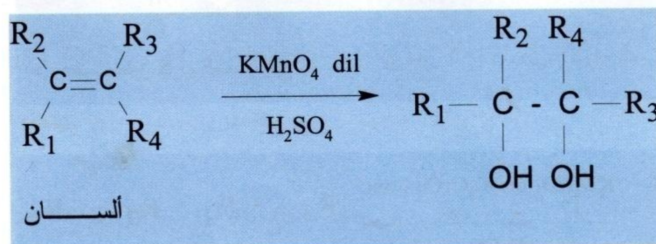




كما يمكن إستخدام **الأوكسجين** بوجود الفضة Ag عند الدرجة 200°C



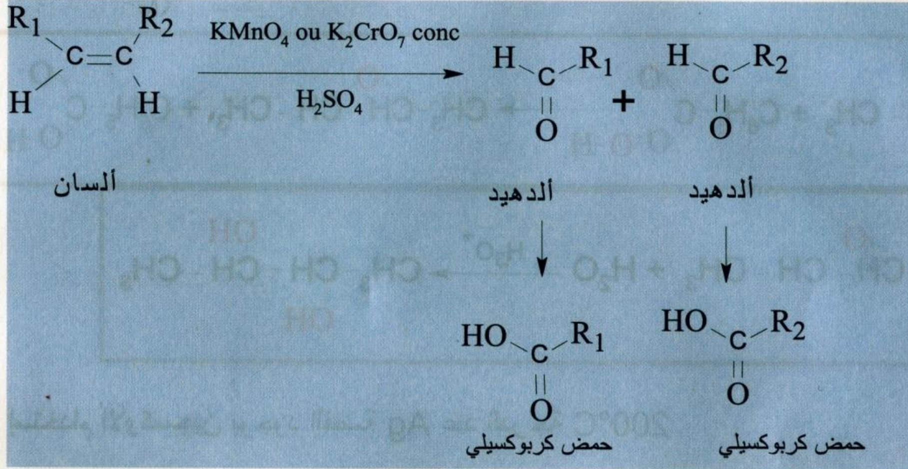
بينما تأثير **محلول $KMnO_4$ الممدد** و على البارد في وسط حمضي يؤدي مباشرة إلى تشكل مركب α- ديول

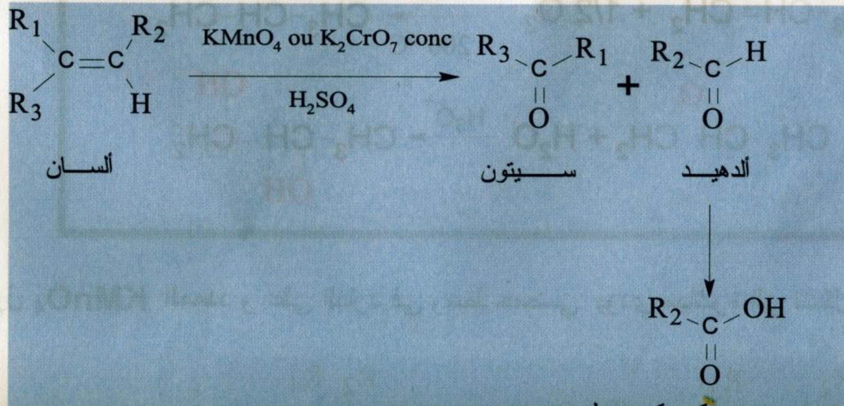


الأكسدة العنيفة : Oxydation brutale

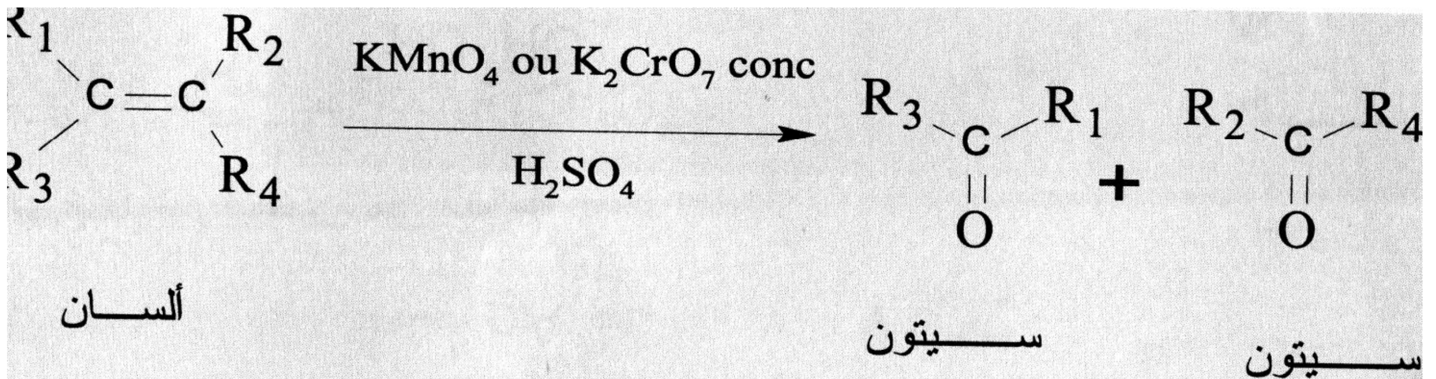
باستعمال مؤكسدات قوية كمحلول مركز وساخن من برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ أو ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ بوجود H_2SO_4.

ينتج في البداية ألدهيدين أو سيتونين أو خليط من ألدهيد + سيتون . ثم الألدهيد المتشكل يتأكسد ثانية ليتحول في النهاية إلى حمض كربوكسيلي .

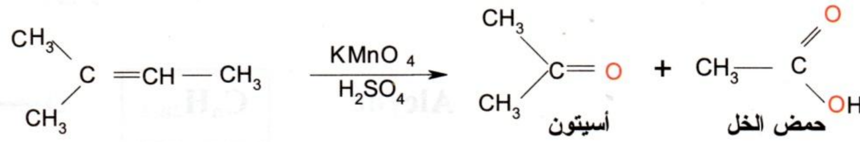




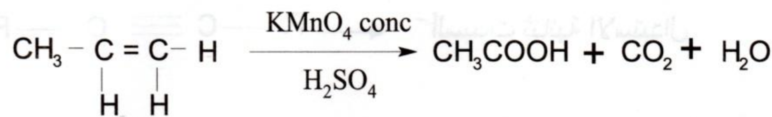
حمض كربوكسيلي



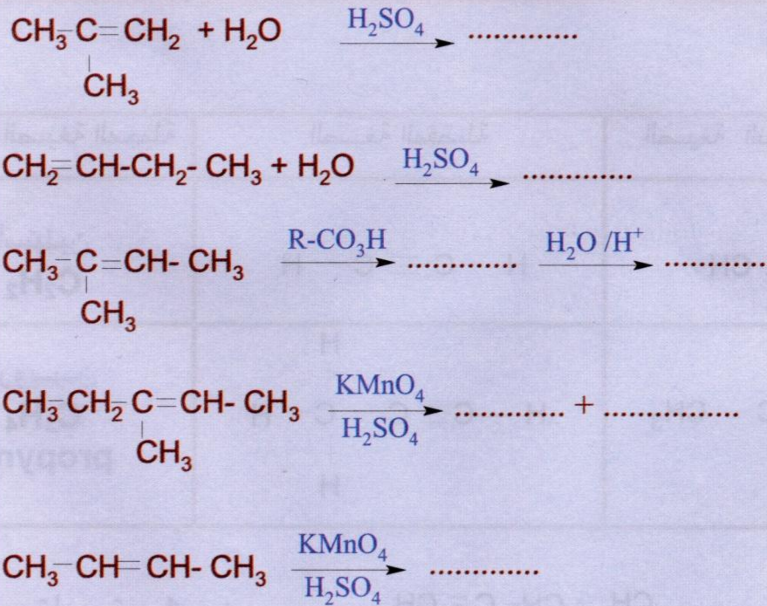
مثال :



• ملاحظة: اذا كان الحمض الناتج هو حمض الفورميك HCOOH فان هذا الأخير يتفكك بوجود المزيج ($KMnO_4 + H_2SO_4$) معطيا CO_2 و H_2O



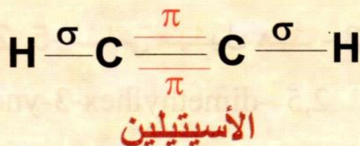
تطبيق : أكمل التفاعلات التالية



2.3- الألسينات les alcynes :

تحتوي سلسلتها الكربونية على رابطة ثلاثية (C≡C)

رابطة واحدة من نوع σ ورابطتين من النوع π .



1.2.3- الصيغة الجزيئية العامة:

ألســـيـــن  C_nH_{2n-2} Alcyne

2.2.3 - الصيغة النصف مفصلة:

تكون على الشكلين:


R — C ≡ CH ⟵ ألسينات حقيقية (أحادية الاستبدال)


R — C ≡ C — R' ⟵ ألسينات ثنائية الاستبدال

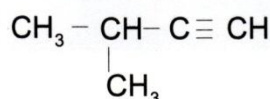
3.2.3- التسمية:

يسمى الألسين بنفس خطوات تسمية الألكان لكن باستبدال اللاحقة "ان" (ane) للألكان الموافق باللاحقة "ين" (yne) مسبوقة بـ (-) و رقم أول كربون حامل للرابطة الثلاثية من السلسلة الأساسية.

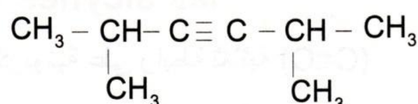
أمثلة :

الاسم و الصيغة المجملة	الصيغة المفصلة	الصيغة النصف مفصلة
أستيلين C_2H_2	H — C ≡ C — H	CH ≡ CH
بروبين C_3H_4 propyne	H — C ≡ C — C(H)(H) — H	H — C ≡ C — CH_3

3- ميتل بوتـ - 1- ين
3-methylbut-1-yne


$CH_3 - CH(CH_3) - C \equiv CH$

2 ,5- ثنائي ميتيل هبتـ - 3- ين
2,5 –dimethylhex-3-yne


$CH_3 - CH(CH_3) - C \equiv C - CH(CH_3) - CH_3$

4.2.3- الخواص الفيزيائية:

- الألسينات مثل الألسنات غازية عند درجة الحرارة العادية من C_1 إلى C_5 و سائلة من C_6 إلى C_{18} و مواد صلبة ابتداء من C_{19}.
- الألسينات درجة غليانها أقل من الألكانات الموافقة و الألسينات الأحادية أقل من الثنائية الاستبدال.

5.2.3- الخواص الكيميائية:

الألسينات تسمح بعدة تفاعلات أهمها تفاعلات الضم و ذلك لوجود الرابطة **π**

أ - الإمــاهة : ضم H_2O

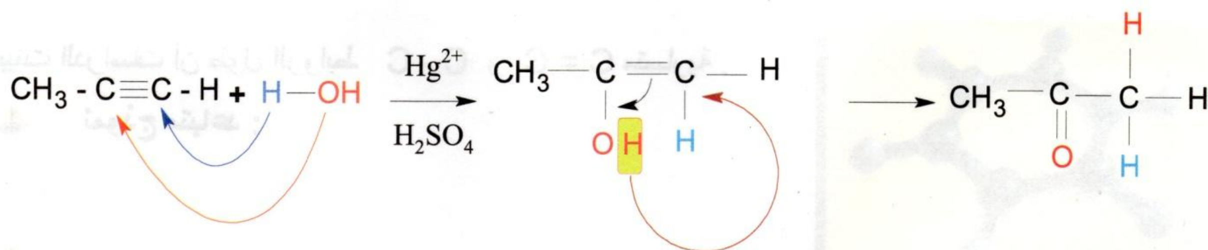
إماهـة الالسينات تتم بوجود شوارد الزئبق **Hg^{2+}** كوسيط وفق قاعدة ماركوف نيكوف و ينتج إينول **(enol)** عديم الاستقرار يتحول بسرعة إلى ألدهيد في حالـة الأسيتلين C_2H_2 أو سيتون في حالة الألسينات الأخرى .

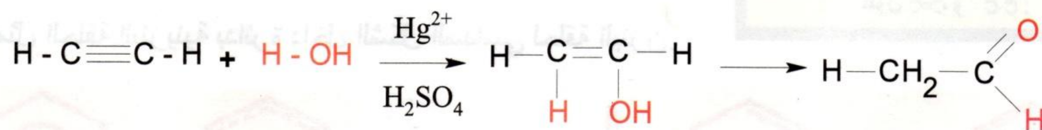
$$R_1-C\equiv C-R_2 + H-OH \xrightarrow[H_2SO_4]{Hg^{2+}} R_1-C(H)=C(OH)-R_2 \longrightarrow R_1-CH_2-C(=O)-R_2$$

énol — Cétone

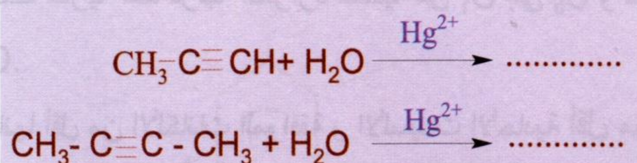
أمثلة :

$$CH_3-C\equiv C-C_2H_5 + H-OH \xrightarrow[H_2SO_4]{Hg^{2+}} CH_3-C(H)=C(OH)-C_2H_5 \longrightarrow CH_3-CH_2-C(=O)-C_2H_5$$





تطبيق : أكمل التفاعلين التاليين:

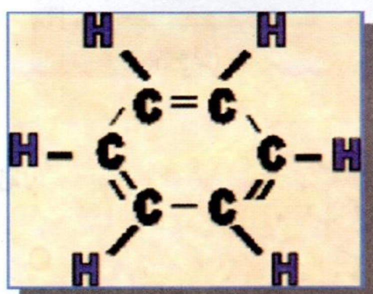


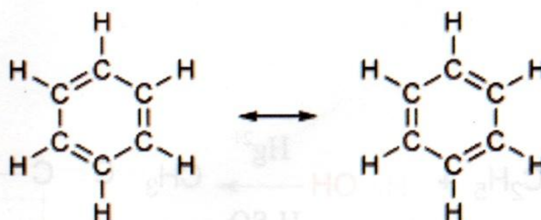
4 - الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية الآروماتية:

1-4 - تعريف:

الفحوم الهيدروجينية الآروماتية (الأرنات) Arénes هي المركبات التي تحتوي على نواة بنزينية واحدة على الأقل ، ولهـا رائحة مميزة.

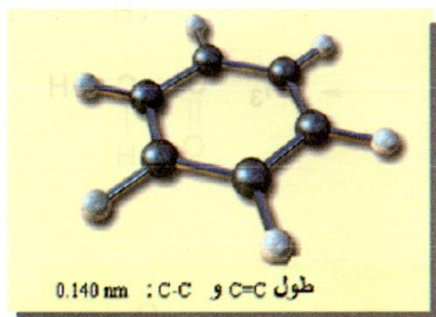
- ابسط نموذج هو البـنـزن : C_6H_6
- الصيغة المفصلة





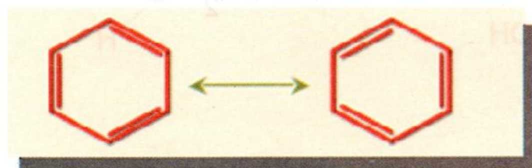
بينت الدراسات أن طول الروابط C - C و C = C متساوية .

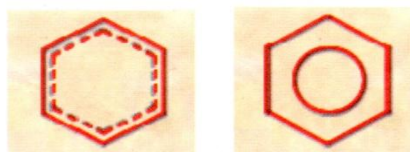
- **نموذج متباعد :**


طول C=C و C-C : 0.140 nm

- تمثيل كيكولي kekulé :

تمثل الحلقة البنزينية بدائرة داخل الشكل السداسي لحلقة البنزن.





4. 2- تسميتها:

- الفحوم الهيدروجينية الآروماتية ذات نواة بنزينية واحدة

الطولوين

كومـن
أو إيزوبروبيل بنزن

الستـيران
أو ڤينيل بنزن

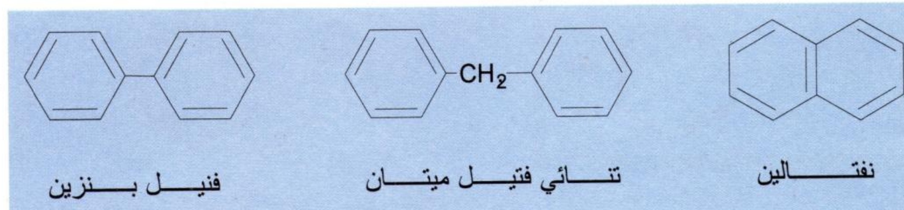
إيتيل بنزن

بارا كزيلان
بارا – ثنائي ميتيل بنزن

أورتوكزيلان
أورتو- ثنائي ميتيل بنزن

الطـــولبين النتروبـــــنزين الأنيليـــــن الفينـــــول حمـض البنزويـك

- الفحوم الهيدروجينية الآروماتية ذات أكثر من نواة بنزينية واحدة مثل:



فنيــل بــنزين تنــائي فتيــل ميتـــان نفتـــالين

4-3- الخواص الفيزيائية:

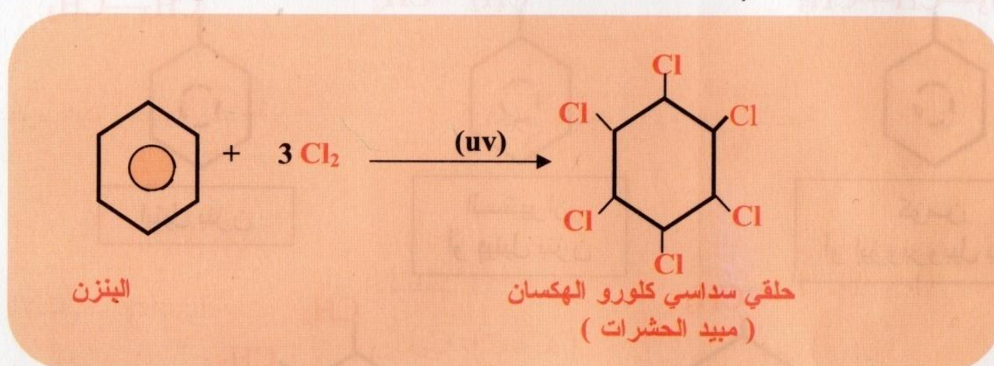
* الأرينات سوائل أو مواد صلبة عند درجات حرارة عادية حسب كتلتها المولية
* درجة الغليان ودرجة الانصهار:

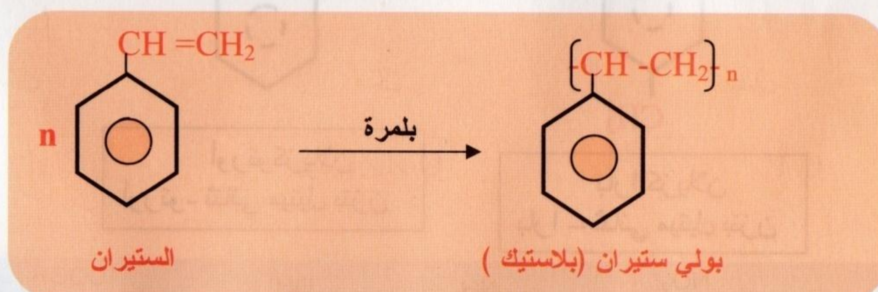
بالنسبة للبنزن C_6H_6 : $T_F = 5.5\ °C\ ,\ T_{Eb} = 80\ °C$

بالنسبة للأرينات الأخرى : أقل تطايرا من البنزن (تزداد درجة غليانها كلما ازدادت كتلتها المولية).

* الأرينات لا تنحل في الماء و تعتبر مذيبات جيدة للعديد من المواد العضوية (كالمواد الدسمة، المطاط،....)

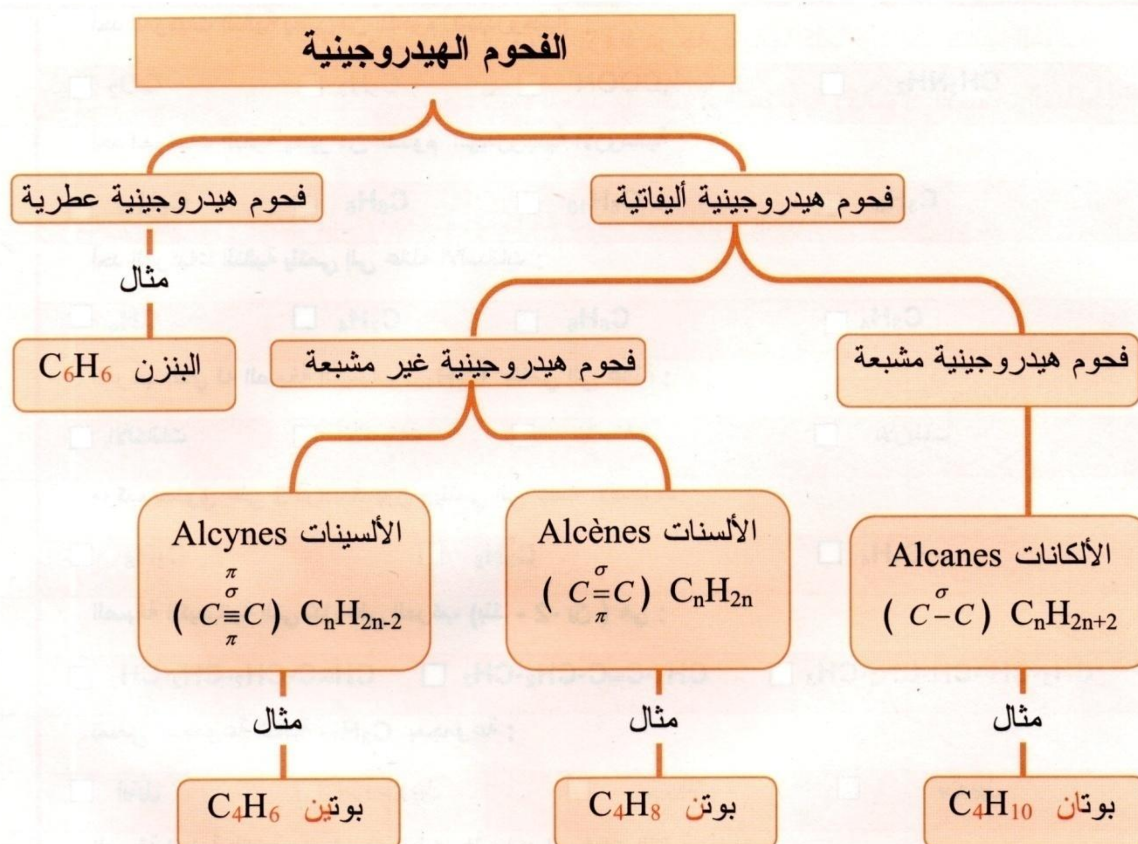
*تعتبر أساس لكثير من الصناعات (البلاستيكية، الملونات، المنظفات، المبيدات، النسيج):





الخلاصة :

الفحوم الهيدروجينية هي مركبات عضوية تتألف جزيئاتها من عنصري C و H و تقسم إلى :



تمـــاريــــن

تقويم ذاتي :

ضع علامة (x) في المربع المقابل للإجابة الصحيحة

رقم	السؤال				
1	أحد المركبات التالية يعتبر من الفحوم الهيدروجنية :	☐ CO_2	☐ C_3H_8	☐ CH_3COOH	☐ CH_3NH_2
2	أحد المركبات التالية يعتبر من الفحوم الهيدروجنية الأروماتية :	☐ C_6H_{12}	☐ C_6H_6	☐ C_6H_{10}	☐ C_3H_6
3	أحد المركبات التالية ينتمي إلى عائلة الألسانات :	☐ CH_4	☐ C_2H_4	☐ C_6H_6	☐ C_3H_4
4	المركب الذي له الصيغة الكيميائية C_6H_{12} ينتمي إلى عائلة :	☐ الألكانات	☐ الألسينات	☐ الألسنات	☐ الأرينات
5	مركب يحتوي على 3 ذرات كربون وينتمي إلى عائلة الألسينات:	☐ C_3H_6	☐ C_3H_8	☐ C_3H_4	
6	الصيغة الكيميائية التي تدل على المركب (بنت - 2- ين) هي :	☐ $CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$	☐ $CH_3-C\equiv C-CH_2-CH_3$	☐ $CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3$	
7	تسمى المجموعة التالية C_3H_7- بمجموعة :	☐ إيثيل	☐ إيزوبروبيل	☐ بروبان	☐ بروبيل
8	الصيغة العامة التالية C_nH_{2n-2} تنطبق على احد المركبات التالية :	☐ البروبان	☐ البروبن	☐ البيوتن	☐ البروبين
9	المركب الذي له أعلى درجة غليان من بين المركبات التالية :	☐ البوتان	☐ الميثان	☐ الهكسان	☐ البروبان
10	يرجع نشاط الألسينات إلى وجود :	☐ رابطة تكافئية أحادية	☐ رابطة تكافئية ثنائية	☐ رابطة تكافئية ثلاثية	
11	إذا كان عدد ذرات H في جزيء أحد الألكانات يساوي (10) فإن عدد ذرات C فيه يساوي :	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
12	عدد الروابط التكافئية الأحادية في المركب ذو الصيغة الكيميائية C_2H_6 هي :	☐ 7	☐ 6	☐ 8	☐ 10

التمرين الأول :

1– أكمل الجدول بإعطاء اسم كل فحم هيدروجيني

الصيغة	الاسم
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	
CH_3 (على C2) ، CH_3 (على C5) $CH_3 - CH - CH_2 - CH_2 - CH - CH_3$	
C_2H_5 (على C3) ، CH_3 (على C5) $CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH - CH_3$	
CH_3 ، CH_3 (على C4) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - C - CH_3$	
CH_3 ، CH_3 (على C2) ، CH_3 ، CH_3 (على C4) $CH_3 - C - CH_2 - C - CH_3$	

2 – أكمل الجدول بإعطاء الصيغة النصف مفصلة للألكانات .

الاسم	الصيغة
3- إيثيل بنتان	
2،2 ،4- ثلاثي مثيل بنتان	
3 ،4- ثنائي إيثيل هكسان	
3-إيثيل-2،2 ثنائي مثيل بنتان	
3-إيثيل-2 ،4- ثنائي مثيل هكسان	

التمرين الثاني :

1– أكمل الجدول بكتابة الصيغ النصف مفصلة الموافقة

الاسم	الصيغة
2 ،3-ثنائي مثيل بنتـ -2- ن	
4-إيثيل هكسـ -2- ن	
2، 6 ،6 - ثلاثي مثيل هبتـ -3- ن	

2 – أكمل الجدول بإعطاء اسم كل ألسن.

الصيغة	الاسم
$CH_3-C(CH_3)_2-CH=CH_2$	
$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_3$	
$(CH_3)_2CH-CH=CH-CH_3$	

التمرين الثاني :

1– أكمل الجدول بكتابة الصيغ النصف مفصلة الموافقة

2 – أكمل الجدول بإعطاء اسم كل ألسن.

الاسم	الصيغة
2 ،3-ثنائي مثيل بنتـ -2- ن	
4-إيثيل هكسـ -2- ن	
2، 6 ،6 - ثلاثي مثيل هبتـ -3- ن	
2 ،3-ثنائي مثيل بوتـ -2- ن	

الصيغة	الاسم
$CH_3-C(CH_3)_2-CH=CH_2$	
$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_3$	
$(CH_3)_2CH-CH=CH-CH_3$	
$(CH_3)_2C=CH-CH_2-CH_3$	

التمرين الثالث :

إن التحليل الكمي لفحم هيدروجيني يبين أنه يحتوي على 2,5غ من الهيدروجين من أجل 12غ من الكربون .

- ما هي الصيغ الموافقة لهذا التركيب الكيميائي ؟

-ما هي الصيغة الجزيئية لهذا الغاز علماً أن كثافته قريبة من 2 ؟

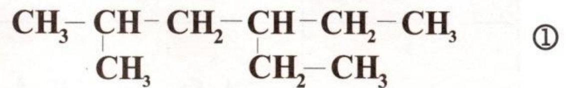
التمرين الرابع:

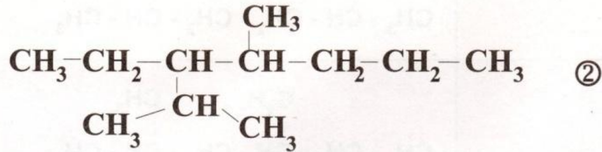
بيّن التحليل الكمي لفحم هيدروجيني أن $m_C = 3m_H$.

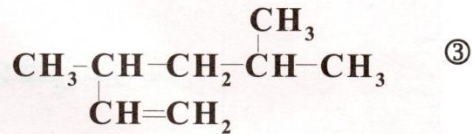
هل هذا المركب ألكان أم ألسن أم ألسين ؟ ما اسمه ؟.

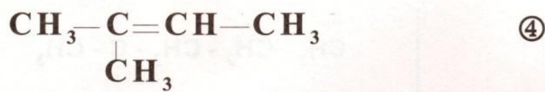
التمرين الخامس :

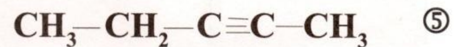
أعط الأسماء النظامية للفحوم الهيدروجينية التالية :

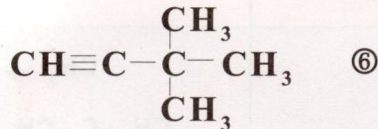
① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

⑥ 

التمرين السادس : أعط الصيغ نصف المفصلة للهيدروكربونات الأتية و صحح اسمائها عند الضرورة :

1) 6،6- ثنائي مثيل أكتان (6,6 – Diméthyloctane)

2) 2 – ايثيل بروبان (2-Ethylpropane)

3) 2 ، 3 ، 4 – ثلاثي مثيل بنتـ - 2- ن (2,3,4 – Triméthylpent-2-ène)

4) 3 – بروبيل بوتـ - 2- ن (3 – Propylbut – 2- ène)

5) 3 – ايزوبروبيل بروبـ - 1– ين (3 – Isopropylprop-1-yne)

6) 2 ، 2 ، 5 – ثلاثي مثيل هبتـ - 3- ين (2,2,5 – Triméthylhept -3 - yne)

التمرين السابع : كثافة بخار **ألكان** بالنسبة للهواء $d = 2.48$

1- أحسب الكتلة المولية الجزيئية (M) لهذا الألكان .

2- أوجد الصيغة الجزيئية العامة (أو المجملة)

3- اعط كل الصيغ الجزيئية نصف المفصلة الممكنة و أسمائها النظامية .

التمرين الثامن :

الاحتراق التام لكتلة $m = 2\ g$ من فحم هيدروجيني بكمية كافية من الأكسيجين ، أعطى :

$m_1 = 6.28\ g$ من CO_2 و $m_2 = 2.57\ g$ من H_2O . علما أن كثافة بخار هذا الفحم الهيدروجيني بالنسبة للهواء $d = 1.93$:

1- أكتب معادلة تفاعل الاحتراق الحادث .

2- احسب الكتلة المولية الجزيئية (M) .

3- أوجد الصيغة الجزيئية العامة . ما نوع هذا الفحم الهيدروجيني ؟

4- مثل الصيغة نصف المفصلة الممكنة له و أعط أسمائها النظامية .

التمرين التاسع :

الاحتراق التام لـ 5.6 litres من **ألسين أعطى** 16.8 litres من CO_2 (الحجوم مقاسة في الشروط النظامية من الضغط و درجة الحرارة) .

1- أكتب معادلة تفاعل الاحتراق الحادث .

2- أوجد الصيغة الجزيئية العامة لهذا الألسين .

3- أحسب الكتلة المولية الجزيئية (M) .

4- أقترح كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة .

5- احسب حجم الأكسيجين اللازم لهذا الاحتراق .

التمرين العاشر :

التركيب المئوي الكتلي لعنصري الفحم و الهيدروجين في فحم هيدروجيني أروماتي (عطري)

هو: $C : 90.57\ \%$ و $H : 9.43\ \%$. علما أن الكثافة البخارية لهذا الفحم الهيدروجيني بالنسبة للهواء : $d = 3.65$.

1- احسب الكتلة المولية الجزيئية (M) .

2- أوجد الصيغة الجزيئية العامة لهذا المركب العضوي .

3- أعط كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة و أسمائها النظامية.

الوظائف الأكسجينية

1- الكحولات

1.1- تعريف:

- تتميز الكحولات بوجود مجموعة الهيدروكسيل **OH** مرتبطة بذرة الكربون الرباعية.
- تسمى مجموعة الهيدروكسيل في الكحولات بالمجموعة الوظيفية للكحولات, كما تسمى ذرة الكربون المتصله بها بالكربون الوظيفي.

2.1- الصيغة الجزيئية العامة:

- تعتبر الكحولات مركبات مشتقة من الألكانات استبدلت فيها ذرة الهيدروجين بمجموعة الهيدروكسيل **OH**

مثال: الكحول الإيثيلي أو الإيثانول C_2H_5OH يمكن اعتباره جزيء إيثان استبدلت فيه ذرة هيدروجين بمجموعة الهيدروكسيل.

- إن الصيغة العامة للألكانات C_nH_{2n+2} وباستبدال ذرة الهيدروجين بمجموعة الهيدروكسيل فإن الصيغة العامة للكحولات المشبعة تكون من الشكل



$C_nH_{2n+1}OH$

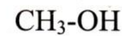


$C_nH_{2n+2}O$

3.1- التسمية النظامية:

تسمى الكحولات باسم الألكان المشتقة منه باستبدال اللاحقة ان (ane) للالكان الموافق باللاحقة ول (ol) مسبوقة بـ (-) و رقم الكربون الوظيفي المتصل بالمجموعة الوظيفية من السلسلة الأساسية.

أمثلة :



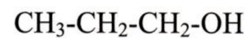
CH_3-OH

ميثانول



CH_3-CH_2-OH

إيثانول



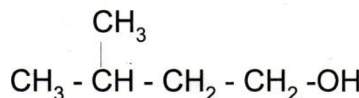
$CH_3-CH_2-CH_2-OH$

بروبانول أو بروبانـ -1- ول



$CH_3-CHOH-CH_3$

بروبانـ -2- ول

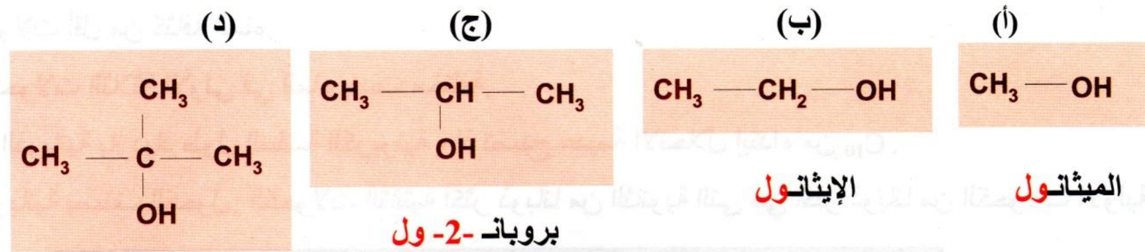


$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-OH$

مثيل-3 بوتانـ -1 - ول

4.1- أصناف الكحولات:

لدينا الكحولات التالية:



2 - مثيل بروبانـ -2- ول

- من خلال هذه الأمثلة نرى أن عدد مجموعات الجذور الألكيلية المتصلة بالكربون الوظيفي تتغير من 0 إلى 3

- بالنسبة للمثال (أ) تساوي 0
- بالنسبة للمثال (ب) تساوي 1
- بالنسبة للمثال (ج) تساوي 2
- بالنسبة للمثال (د) تساوي 3

نعرف صنف الكحول بدلالة عدد مجموعات الألكيل أو عدد السلاسل الكربونية المتصلة بالكربون الوظيفي

- نستنتج من خلال الأمثلة السابقة أن هناك 3 أصناف للكحولات.
- تكتب الصيغ العامة للأصناف الثلاثة للكحولات كما يلي:

صنف الكحول	التعريف	الصيغة نصف المفصلة
كحول أولي	هو الكحول الذي يرتبط فيه الكربون الوظيفي بذرة كربون واحدة (جذر واحد)، إلا في حالة استثنائية وهي حالة الميثانول $CH_3 — OH$	$R — CH(H)(OH) — H$: R—C(H)(H)—OH
كحول ثانوي	هو الكحول الذي يرتبط فيه الكربون الوظيفي بذرتي كربون (جذرين)	$R_1 — C(R_2)(OH) — H$
كحول ثالثي	هو الكحول الذي يرتبط فيه الكربون الوظيفي بثلاث ذرات كربون (ثلاث جذور)	$R_1 — C(R_2)(OH) — R_3$

5.1 - الخواص الفيزيائية

- الكحولات من C_1 إلى C_{11} سائلة وعديمة اللون ، بينما تكون صلبة وبيضاء اللون إبتداء من C_{12} .
- كثافة الكحولات أقل من كثافة الماء.
- - تنحل الكحولات الثلاثة الأولى في الماء بنسب مختلفة.

- تتناقص الذوبانية بازدياد طول السلسلة الكربونية ، إذ تصبح عديمة الانحلال إبتداء من C_{10} .

- تتعلق الذوبانية بصنف الكحول: الكحولات الثالثية أكثر ذوبانا من الثانوية التي هي أكثر ذوبانا من الكحولات الأولية.

الكحول	الذوبانية في الماء
ميثانول	بنسب مختلفـــة
إيثانول	
بروبان -1- ول و بروبانـ - 2- ول	
ميثيل- 2 بروبانـ 2- ول	
بوتان -1- ول	82 غ/ل
بنتان -1-ول	22 غ/ل
هكسان -1- ول	6 غ/ل

يفسر انحلال الكحولات في الماء لكونها مستقطبة وتشكل روابط هيدروجينية بينها و بين جزيئات الماء .

د - الغليان والانصهار:

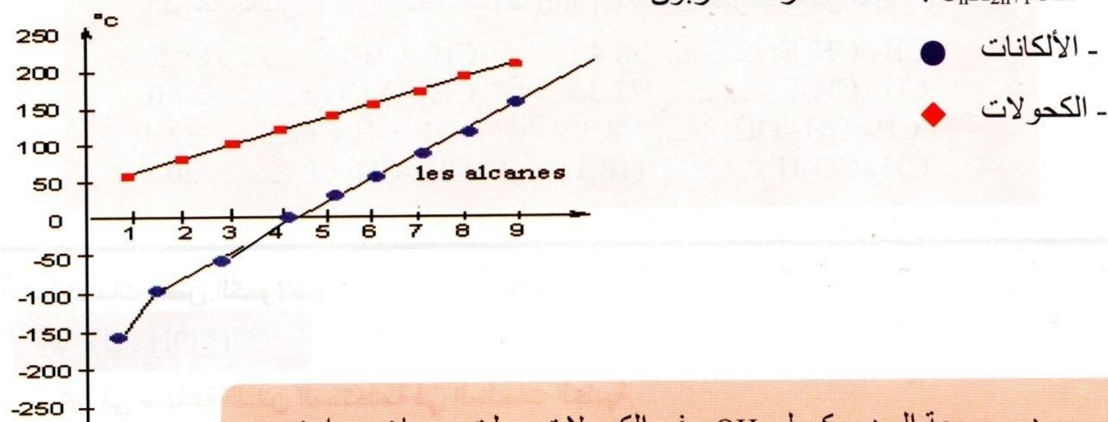
مقارنة بين درجة غليان و انصهار الكحولات و الألكانات الموافقة

- درجة غليان و انصهار الكحولات أكبر من درجة غليان الألكانات الموافقة لها، كما هو موضح الجدول (1) والبيان رقم (1).

الجدول (1):

المركب	درجة إنصهار (C°)	درجة غليان (C°)
الميثان	183-	162-
ميثانول	97-	64.7
إيثان	172-	89-
إيثانول	114-	87.3

البيان (1): يوضح درجة الغليان تحت الضغط الجوي للألكانات الخطية C_nH_{2n+2} و الكحولات الأولية الموافقة لها $C_nH_{2n+1}OH$ بدلالة عدد ذرات الكربون n



وجود مجموعة الهيدروكسيل OH- في الكحولات جعلت درجات حرارة إنصهارها وغليانها، أعلى من درجات الانصهار والغليان للألكانات الموافقة.

مقارنة بين درجة غليان و إنصهار مماكبات لنفس الصيغة المجملة لكحول (نفس عدد ذرات الكربون) .

الجدول 2 :

الكحول	الصيغة النصف مفصلة	درجة إنصهار (C°)	درجة غليان (C°)
بوتان -1- ول	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	- 89.5	117.7
ميثيل -2 بروبانول	$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$	- 108	99.50
بوتانـ - 2- ول	$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$	- 115	99.50
ميثيل 2 بروبانول2	$CH_3-C(CH_3)_2-OH$	25	82.50

بعد مقارنة درجات حرارة الانصهار والغليان لمماكبات البوتانول في الجدول 2 :

نلاحظ أن موضع المجموعة **OH**— في السلسلة الكربونية وطبيعة الكحول (خطي أو متفرع) يؤثران على الخواص الفيزيائية للكحولات، فمثلا الكحولات الأولية بوتان -1- ول ، ميثيل2 – بروبانول أقل تطايرا من الكحول الثانوي بوتانـ - 2 – ول، أما الكحول الثالثي ميثيل2 بروبانـ - 2 – ول فهو أكثر تطايرا من الكحول الثانوي و الأولي .

تتعلق الخواص الفيزيائية للكحولات ببنية هذه الكحولات وبشكل خاص بصنف الكحول.

درجة غليان الكحولات أكبر بكثير مقارنة بدرجة غليان الفحوم الهيدروجينية الأخرى.

درجة الغليان (بـ °C تحت ضغط 1atm) لبعض المركبات من أجل C_2

CH_3-CH_3............ -88.5	CH_3-CH_2Br.......... 38.4
CH_3-O-CH_3......... -24.0	CH_3-CH_2I............... 72.3
CH_3-CH_2Cl.......... 13.1	CH_3-CH_2-OH........ 78.3
$CH_3-CH=O$.......... 20.8	CH_3-CO_2H............ 118.1

استخدامات بعض الكحولات:

الميثانول : CH_3OH

- في صناعة اللدائن المستخدمة في المنتجات الجلدية.
- يستخدم كمصدر للطاقة في تشغيل الآلات .
- يستخدم في رش الأسطح الخارجية للطائرات لإزالة الجليد عنها .

الإيثانول : CH_3CH_2OH

- يستخدم كمذيب في الكثير من الأدوية .
- يستخدم في محاليل تعقيم الفم و الأسنان عن طريق المضمضة لما له من قدرة على قتل الميكروبات.
- له رائحة زكية لذلك يستخدم في العطور و مستحضرات التجميل .

6.1 - الخواص الكيميائية:

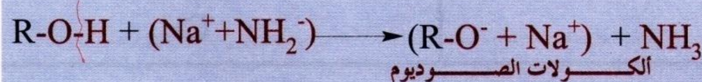
1.6.1- تفاعلات كسر الرابطة O-H

في هذه التفاعلات تتصرف الكحولات كأحماض (برونستد Bronsted) إذ تتخلى عن بروتون H^+.

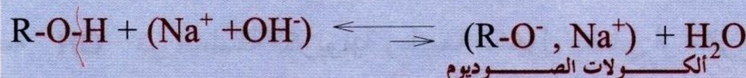
- **بوجود أسس قوية :**



$$R-O-H + B^- \rightleftharpoons R-O^- + BH$$

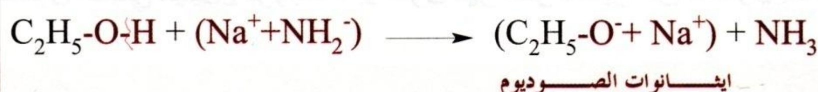


$$R-O-H + (Na^+ + NH_2^-) \longrightarrow (R-O^- + Na^+) + NH_3$$



$$R-O-H + (Na^+ + OH^-) \rightleftharpoons (R-O^-, Na^+) + H_2O$$

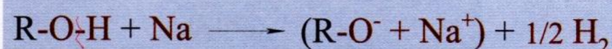
مثال :

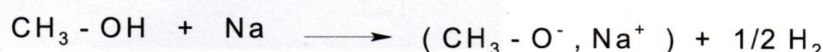


$$C_2H_5-O-H + (Na^+ + NH_2^-) \longrightarrow (C_2H_5-O^- + Na^+) + NH_3$$



بوجود معادن مثل : Li ,K ,Na

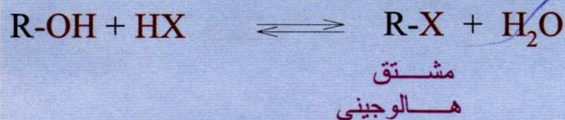




كسر الرابطة O-H أسهل في الكحولات الأولية و أصعب في الكحولات الثالثية.

2.6.1 - تفاعلات كسر الرابطة C-O :

- في هذه التفاعلات تتصرف الكحولات كأسس إذ بإمكانها تثبيت بروتون H^+.
- تحدث هذه التفاعلات بوجود أحماض معدنية HX



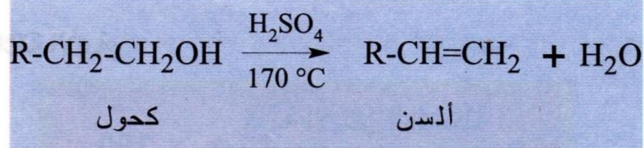
مثال : تفاعل C_2H_5OH مع HCl



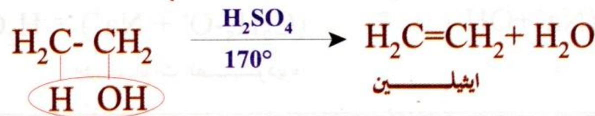
3.6.1 - تفاعل نزع الماء:

أ - حالة تشكل ألسن

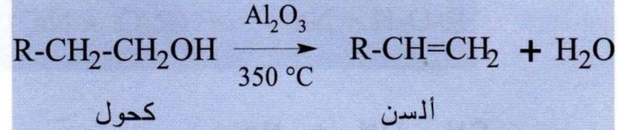
تسخين الكحول السائل عند الدرجة 170°C بوجود H_2SO_4 **كوسيط** تؤدي إلى تشكل ألسان



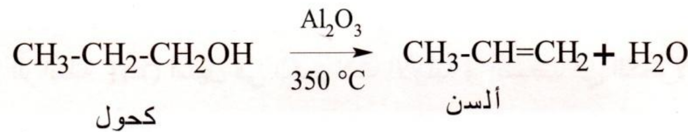
مثال:



تمرير أبخرة الكحول عند الدرجة 350 - 400°C على الألومين **كوسيط** تؤدي كذلك إلى تشكل ألسن



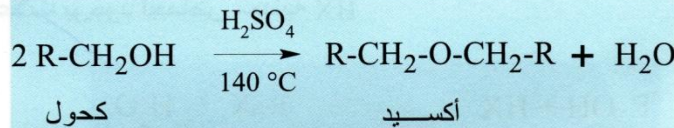
مثال:



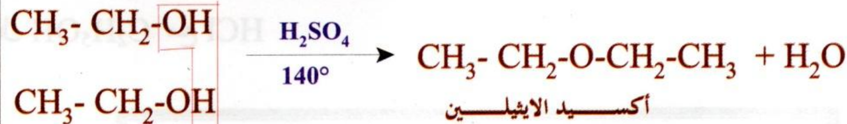
ينزع الهيدروجين من الكربون الأقل هيدروجينا (الأكثر إستبدالا).

ب - حالة تشكل الإيثر

تسخين الكحول عند الدرجة 140°C بوجود H_2SO_4 **كوسيط** يؤدي إلى تشكل الإيثر

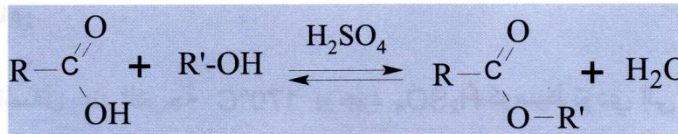


مثال:



4.6.1- تفاعل الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية:

يسمى هذا التفاعل بتفاعل الأسترة، مردوده يميز صنف الكحول المستخدم.



يحسب مردود الأسترة بالعلاقة الأتية:

$$R = \frac{\text{كمية الاستر المتشكلة}}{\text{كمية الحمض الابتدائية}} \times 100$$

حالة كحول أولي :

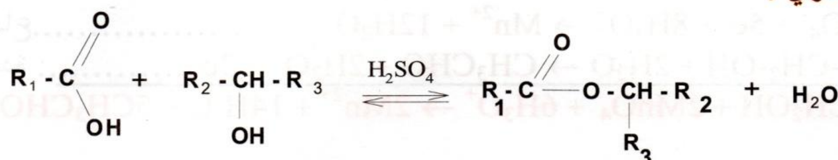


التجارب أعطت التقدم التالي:

t=0	1 mole	1 mole	0	0
t ⇆	1/3	1/3	2/3	2/3

$$R = \frac{n\ ester}{n_0\ acide} = \frac{2/3}{1} \times 100 = 2/3 \times 100 \Rightarrow R = 67\%$$

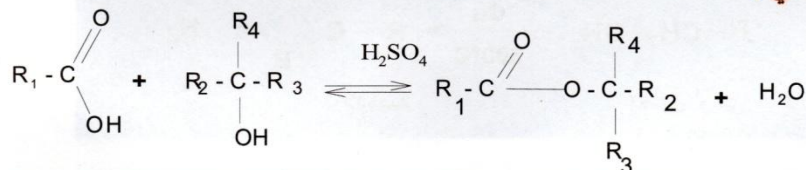
حالة كحول ثانوي :



t=0	1 mole	1 mole	0	0
t ⇆	2/5	2/5	3/5	3/5

$$R = \frac{n\ ester}{n_0\ acide} = \frac{3/5}{1} \times 100 = 3/5 \times 100 \Rightarrow R = 60\%$$

حالة كحول ثالثي :



t=0	1 mole	1 mole	0	0
t ⇆	9/10	9/10	1/10	1/10

$$R = \frac{n\ ester}{n_0\ acide} = \frac{1/10}{1} \times 100 = 1/10 \times 100 \Rightarrow R = 10\%$$

صنف الكحول	المردود %
أولي	67
ثانوي	60 -50
ثالثي	10-5

5.6.1 - أكسدة الكحولات:

هذه الطريقة أيضا تحدد نوع الكحول، و تسمح بتحضير السيتونات و الأحماض الكربوكسيلية

أ-الكحولات الأولية: يتأكسد الكحول الأولي إلى ألدهيد ثم إلى حمض كربوكسيلي.

* الأكسدة بمؤكسدات قوية : مثل : $KMnO_4$ أو $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي (H_2SO_4)

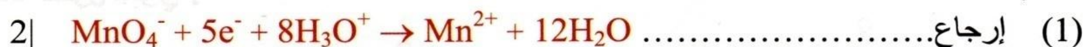
$$R\text{-}CH_2OH \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4 \text{ ou } K_2Cr_2O_7} R-C(=O)H \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4 \text{ ou } K_2Cr_2O_7} R-C(=O)OH$$

Aldéhyde — Acide



مثال : المرحلة (1) : أكسدة الكحول إلى ألدهيد.
المرحلة (2) : أكسدة الالدهيد إلى حمض.

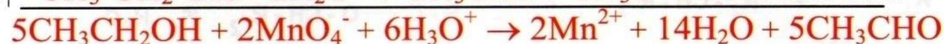
المعادلات :



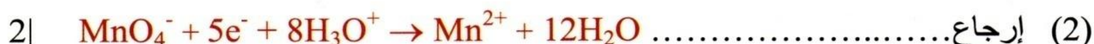
(1) إرجاع: $2|\ MnO_4^- + 5e^- + 8H_3O^+ \rightarrow Mn^{2+} + 12H_2O$



أكسدة: $5|\ CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + 2H_2O \rightarrow CH_3CHO + 2H_3O^+ + 2e^-$



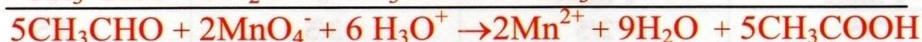
$$5CH_3CH_2OH + 2MnO_4^- + 6H_3O^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 14H_2O + 5CH_3CHO$$



(2) إرجاع: $2|\ MnO_4^- + 5e^- + 8H_3O^+ \rightarrow Mn^{2+} + 12H_2O$



أكسدة: $5|\ CH_3\text{-}CHO + 3H_2O \rightarrow CH_3COOH + 2H_3O^+ + 2e^-$



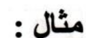
$$5CH_3CHO + 2MnO_4^- + 6H_3O^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 9H_2O + 5CH_3COOH$$

* نزع الهيدروجين

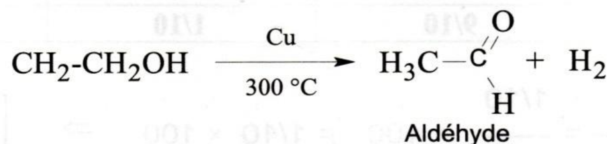
تمرير أبخرة الكحول الأولي على Cu عند (300°C) تعطي الدهيد :

$$R-CH_2-OH \xrightarrow[300°C]{Cu} R-C(=O)H + H_2$$

كحول أولي — ألدهيد



مثال :



$$CH_2\text{-}CH_2OH \xrightarrow[300\ °C]{Cu} H_3C-C(=O)H + H_2$$

Aldéhyde

ب- الكحولات الثانوية: يتأكسد الكحول الثانوي إلى سيتون :

* الأكسدة بمؤكسدات قوية : $KMnO_4$ أو $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي (H_2SO_4)

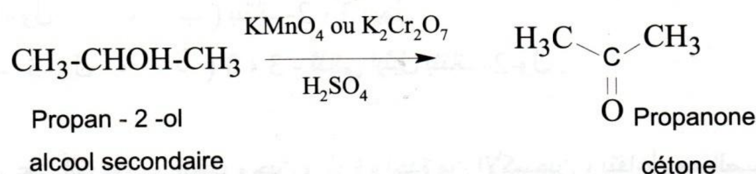
$$R_1\text{-}CHOH\text{-}R_2 \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4 \text{ ou } K_2Cr_2O_7} R_1-C(=O)-R_2$$

alcool secondaire — cétone



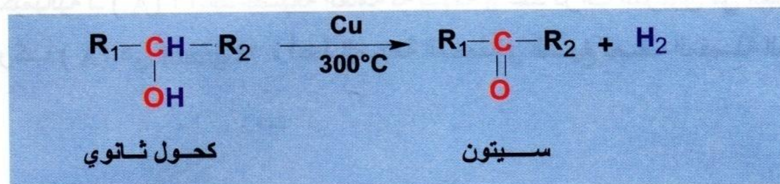
تمارين

مثال :

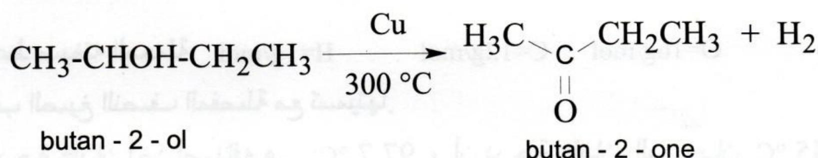


* نزع الهيدروجين

تمرير أبخرة الكحول الثانوي على Cu عند (300°C) تعطي سيتون :



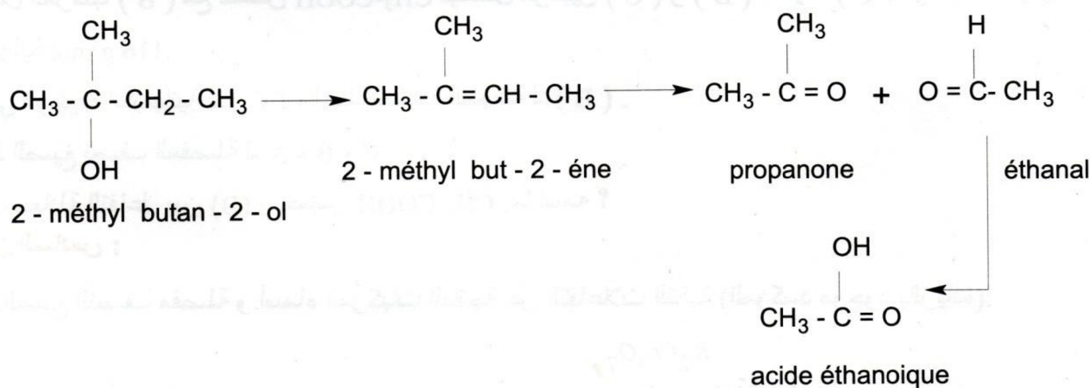
مثال :



جـ -الكحولات الثالثية:

صعبة الأكسدة وتتم بطريقة غير مباشرة حيث ينزع منها الماء وتتحول إلى ألسن الذي يتأكسد بدوره.

مثال :



التمرين الأول :

سمّ المركبات التالية باستعمال التسمية النظامية مع تصنيفها :

أ) $CH_3-CHOH-CH_3$ ، ب) $CH_3-CH_2-CH_2-CHOH-CH_2-CH_3$ ، جـ) $(CH_3)_2COH-CH_2-CH_3$

د) $CH_3-CHOH-CHCH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH_3$ ، هـ) $CH_3-CH_2-CHCH_3-CHOH-CH_2-OH$

التمرين الثاني :

أعط الصيغة نصف المفصلة للمركبات التالية:

أ) 2 ، 3 -ثنائي مثيل بوتان -1- ول ، ب) بنتانـ -2 ، 3 ديول

جـ) 4- إيثيل ،4- مثيل هكسانـ -3- ول ، د) 3 ، 3 - ثنائي ايثيل بنتانـ -2-ول .

التمرين الثالث :

مركب عضوي (A) يحتوي على الكربون و الهيدروجين و ذرة واحدة من الأكسجين ، يتفاعل مع الصوديوم المعدني و ينطلق غاز الهيدروجين.

1 – ما هي الوظيفة الكيميائية لـ (A) ؟ أعط الصيغة العامة له بدلالة n عدد ذرات الكربون في الجزيء .

2 – الكتلة المولية للمركب (A) هي 74 g/mol ، أعط الصيغة المجملة و الصيغ نصف المفصلة الممكنة مع ذكر اسم كل متماكب.

التمرين الرابع :

تعطى الصيغة المجملة لفحم هيدروجيني أوكسيجيني (A) كالتالي : $C_nH_{2n+2}O$, إذا كانت كثافته بالنسبة للهواء d= 2,07

1- بين أن n = 3 ، و أعط صيغته المجملة H=1g/mol . C=12g/mol . O=16g/mol

2- علماً أنه كحول. أكتب الصيغ النصف المفصلة مع تسميتها.

3- بينت التجربة أن درجة غليان أحد أصنافه هي :C° 97,7 و أن درجة غليان البروبان C° 45 تحت نفس الضغط . أشرح باختصار سبب الإختلاف.

التمرين الخامس :

تعطي إماهة ألسن (A) المركب (B) .

1 – ما هي الوظيفة الكيميائية للمركب (B)

2 – نفاعل المركب (B) مع حمض CH_3-COOH فيتشكل مركبين (C) و (D) ، حيث (C) مركب عضوي كتلته المولية 116 g/mol.

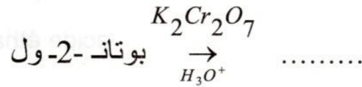
أ) ما هي الوظيفة الكيميائية لـ (C) ، أعط الصيغة المجملة لـ (B) .

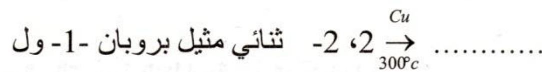
ب) أعط الصيغ نصف المفصلة لـ A ، B ، C .

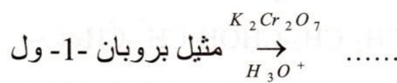
ج) أكتب معادلة التفاعل بين (B) و حمض CH_3-COOH .ما اسمه ؟

التمرين السادس :

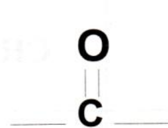
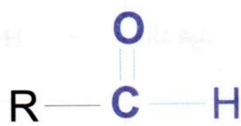
أعط الصيغ النصف مفصلة و أسماء المركبات الناتجة عن التفاعلات التالية (المؤكسد موجود بالزيادة):

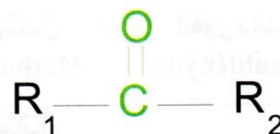

بوتانـ -2- ول $\xrightarrow[H_3O^+]{K_2Cr_2O_7}$ ....


2، 2- ثنائي مثيل بروبان -1- ول $\xrightarrow[300°c]{Cu}$ ....


مثيل بروبان -1- ول $\xrightarrow[H_3O^+]{K_2Cr_2O_7}$ ......

2- الألدهيدات و السيتونات

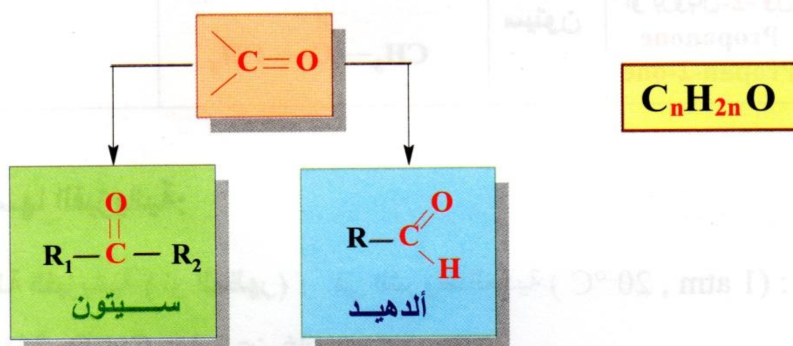





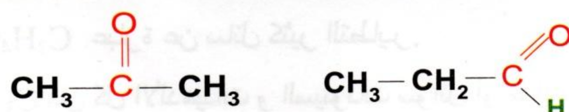
1.2- تعريفها و تسميتها:

الألدهيدات و السيتونات هي مركبات عضوية **أكسجينية** تحتوي جزيئاتها على مجموعة وظيفية مشتركة هي مجموعة **الكربونيل** $>C=O$ لذلك تسمى بالمركبات الكربونيلية كما تسمى ذرة الكربون في هذه المجموعة بالكربون الوظيفي .

صيغتها العامة : $C_nH_{2n}O$



مثال : C_3H_6O



2.2- تسميتها النظامية :

1.2.2- تسمية الألدهيدات :

يسمى الألدهيد بنفس خطوات تسمية الألكان لكن باستبدال اللاحقة "ان" (ane) للألكان الموافق باللاحقة "ال" (al) ويعتبر الكربون الوظيفي هو بداية السلسلة الأساسية.

2.2.2- تسمية السيتونات :

يسمى السيتون بنفس خطوات تسمية الألكان لكن باستبدال اللاحقة "ان" (ane) للألكان الموافق باللاحقة "ون" (one) مسبوقة بـ (-) و رقم الكربون الوظيفي التابع للسلسلة الكربونية الأساسية.

أمثلة :

الصيغة العامة	الصيغة نصف المفصلة	الوظيفة	الاسم النظامي	الاسم الشائع
CH_2O	$H-C(=O)-H$	ألدهيد	ميثانال Méthanal	الفورمالدهيد Formaldéhyde
C_2H_4O	$CH_3-C(=O)-H$	ألدهيد	إيثانال Ethanal	الاسيتالدهيد Acétaldéhyde
C_3H_6O	$CH_3-CH_2-C(=O)-H$	ألدهيد	بروبانال Propanal	-----------
	$CH_3-C(=O)-CH_3$	سيتون	بروبانون أو بروبان-2-ون Propanone Propan-2-one	الأسيتون Acetone

3.2- خواصها الفيزيائية:

1.3.2- الحالة الفيزيائية (أو المظهر) : في الشروط العادية (1 atm , 20 °C) :

- الميتانال CH_2O عبارة عن غاز .
- الإيتانال C_2H_4O عبارة عن سائل كثير التطاير.
- انطلاقا من C_3 فان كل الألدهيدات و السيتونات سوائل أو مواد صلبة إذا كانت كتلتها المولية مرتفعة .

المركب	درجة الغليان Teb(°C)	الحالة الفيزيائية	الكثافة d
H-CHO	- 21	غـاز	--
CH_3-CHO	+ 21	سـائـل	0.79
CH_3-CH_2-CHO	+ 49	سـائـل	0.80
CH_3-CO-CH_3	+ 56	سـائـل	0.79
CH_3-CH_2-CH_2-CHO	+ 75	سـائـل	--
CH_3-CO-CH_2-CH_3	+ 80	سـائـل	--

من قيم الجدول نلاحظ أن درجة غليان الألدهيدات و السيتونات مرتفعة مقارنة مع الألكانات و الألسانات التي لها نفس عدد ذرات الكربون ، لكنها أقل من درجة غليان الكحولات

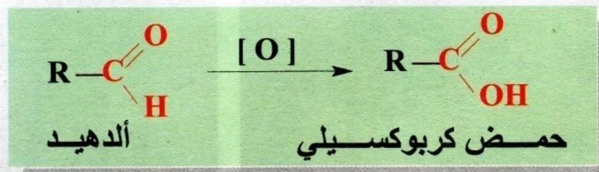
2.3.2- الإنحلاليـة :

- الألدهيدات و السيتونات من C_1 إلى C_4 هي قابلة الانحلال في الماء .
- انطلاقا من C_5 تصبح انحلاليتها تقريبا منعدمة .

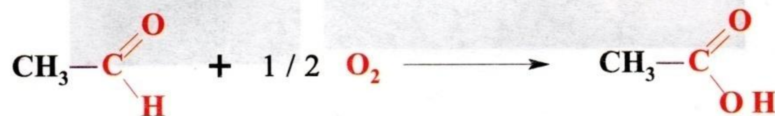
4.2- خصواصها الكيميائية:

1.4.2- أكسدة الألدهيدات :

الألدهيدات **تمتلك خواص إرجاعية** لذا فهي تتأكسد بسهولة بـأكسيجين الهواء O_2 أو $KMnO_4$ أو $K_2Cr_2O_7$ بوجود H_2SO_4 و تتشكل **أحماض كربوكسيلية**



مثال :



أ- التفاعل مع كاشف Tollens: $[Ag(NH_3)_2]OH$

ترجع الألدهيدات محلول نترات الفضة النشادرية إلى معدن **الفضة** الحر وفق ما يلي:

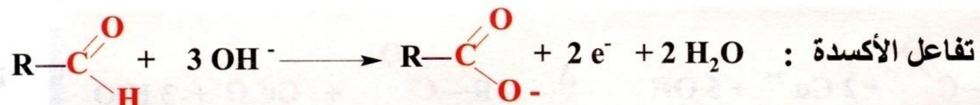


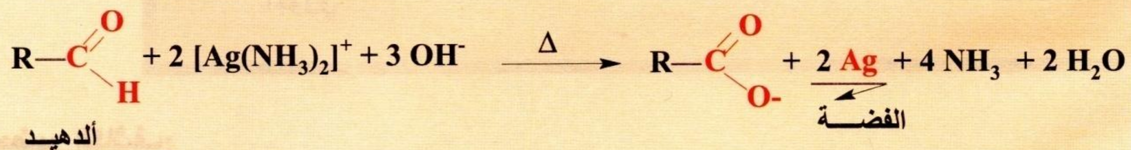
كاشف طولنس

تفاعل الإرجاع :



تفاعل الأكسدة :



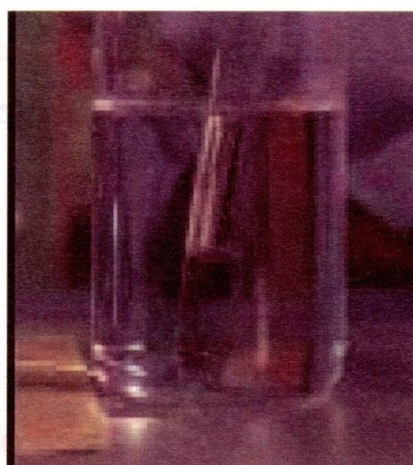


تحضير الكاشف:

نذيب 30g من $AgNO_3$ في 500mL ماء ثم نضيف الأمونياك NH_4OH تدريجيا ، يتشكل في البداية راسب من أكسيد الفضة Ag_2O الذي سرعان ما ينحل في فائض من الأمونياك يمدد المحلول إلى 1لتر.

طريقة العمل:

نضع 3mL من الكاشف في أنبوب اختبار و نضيف 2mL من الألدهيد فنلاحظ تشكل **مرآة فضية** بعد تسخين المزيج



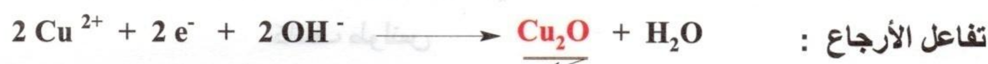


مرآة من الفضة

ب - التفاعل مع كاشف فهلنغ (A+B) :

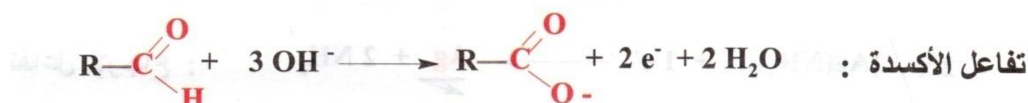
بتسخين ألدهيد مع محلول فهلنغ (A+B) حتى الغليان ، يحدث إرجاع شوارد النحاس الثنائي Cu^{2+} ذات اللون الأزرق إلى أكسيد النحاس الأحادي Cu_2O الذي يظهر على شكل راسب أحمر أجوري

تفاعل الأرجاع :



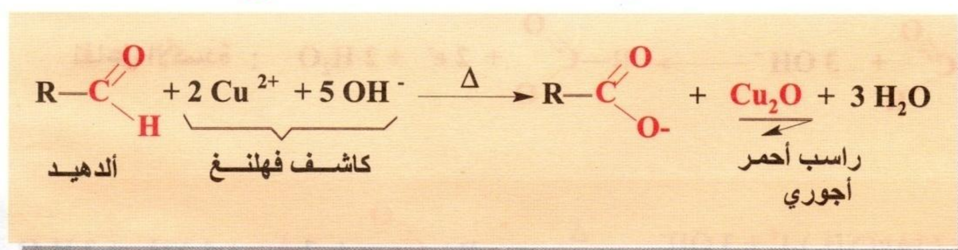
$$2\,Cu^{2+} + 2\,e^- + 2\,OH^- \longrightarrow Cu_2O + H_2O$$

تفاعل الأكسدة :



$$R-CHO + 3\,OH^- \longrightarrow R-COO^- + 2\,e^- + 2\,H_2O$$

تفاعل الأكسدة الأرجاعية :



$$R-CHO + 2\,Cu^{2+} + 5\,OH^- \xrightarrow{\Delta} R-COO^- + Cu_2O + 3\,H_2O$$

تحضير الكاشف:

محلول فهلنغ A : نذيب 40g من $CuSO_4$ داخل حجم من الماء المقطر الدافئ ثم نكمل الحجم بالماء حتى 1L

محلول فهلنغ B : نزن 200g من طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم NaOOC-CHOH-CHOH-COOK

ثم نذيبها داخل 500mL من الماء المقطر الساخن بعدها نترك المحلول ليبرد، و نضيف 150g من حبيبات NaOH نترك المزيج ليبرد ثم نكمل الحجم بالماء حتى 1L.

طريقة العمل:

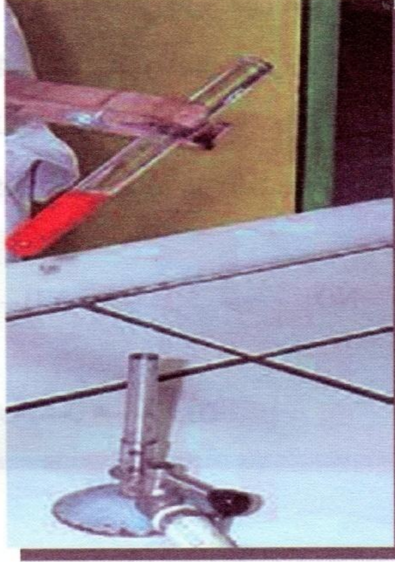
نضع 3mL من كاشف محلول فهلنغ (A+B) بأنبوب اختبارثم نضيف 3mL من **الألدهيد** فنلاحظ تشكل **راسب أحمر آجوري** بعد التسخين في درجة الغليان لمدة دقيقتين.



قبل



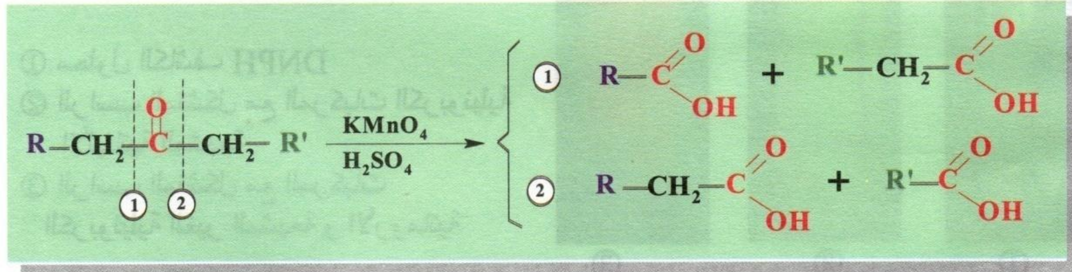
بعد





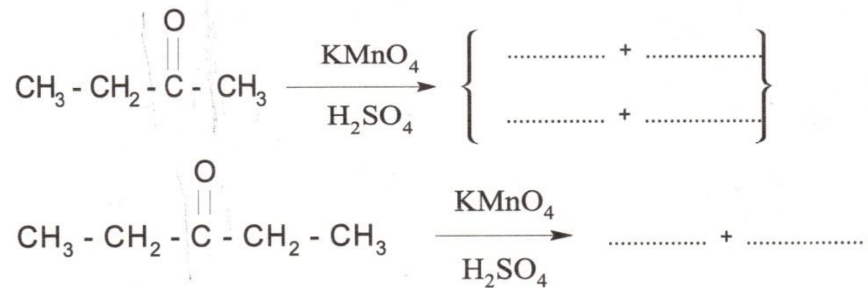
2.4.2- أكسدة السيتونات :

تتأكسد السيتونات بصعوبة **لأنها لا تمتلك خواصا إرجاعية** ، وهي تتطلب شروط خاصة (مؤكسدات قوية و مركزة و ساخنة مثل : **$KMnO_4$** بوجود **H_2SO_4**) و تؤدي أكسدتها إلى تخريب سلسلتها الكربونية و تشكل مجموعة من أربعة أحماض كربوكسيلية كما هو مبين في التفاعل :



$$R-CH_2-CO-CH_2-R' \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} \begin{cases} (1)\ R-COOH + R'-CH_2-COOH \\ (2)\ R-CH_2-COOH + R'-COOH \end{cases}$$

تطبيق : أكمل التفاعلات التالية :



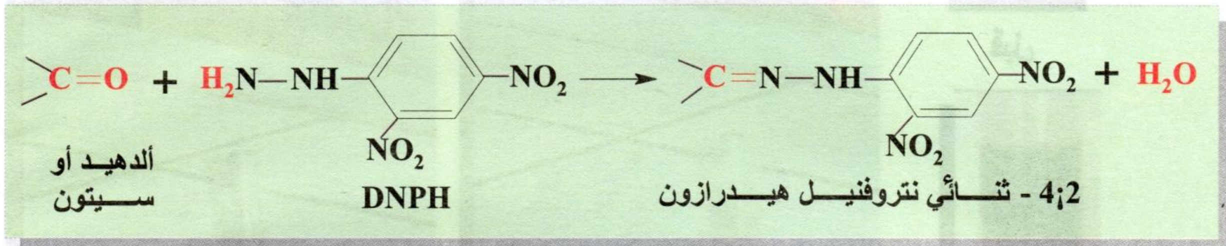
$$CH_3-CH_2-CO-CH_3 \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} \begin{cases} \ldots\ldots + \ldots\ldots \\ \ldots\ldots + \ldots\ldots \end{cases}$$

$$CH_3-CH_2-CO-CH_2-CH_3 \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} \ldots\ldots + \ldots\ldots$$

ملاحظة : كاشف طولنس و كاشف فهلنغ **لا يؤثران** على السيتونات لكونها لا تمتلك خواصا إرجاعية .

3.4.2- الكشف عن الوظيفة الكربونيلية :

- يتم باستعمال كاشف الـ **DNPH** (4،2 ثنائي نترو فنيل هيدرازين) الذي يؤدي إلى تشكل :
- **راسب أصفر بلوري** من 2 ، 4 – ثنائي نترو فينيل هيدرازون قليل الإنحلال في الماء في حالة المركبات الكربونيلية الأليفاتية ذات السلسلة الكربونية المشبعة
- **راسب برتقالي** في حالة المركبات الكربونيلية غير المشبعة و الأروماتية

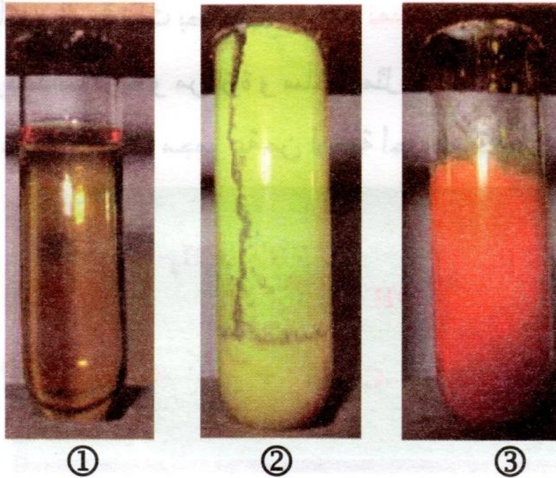


تحضير الكاشف:

نذيب 3g من DNPH في 15 mL من حمض الكبريتات المركز H_2SO_4 و نضيف هذا المحلول إلى محلول متكون من 20mL من ماء مقطر و 70 mL من الكحول الإيثيلي 90° نحرك ثم نرشح.

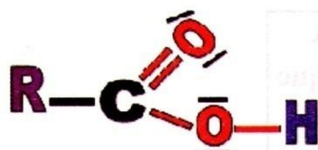
طريقة العمل:

نأخذ أنبوب إختبار و نضع بداخله 1 mL من محلول DNPH نضيف 1 إلى 2 قطرة من مركب كربونيلي فيلاحظ تشكل الراسب.



① محلول الكاشف DNPH
② الراسب المتشكل مع المركبات الكربونيلية الأليفاتية المشبعة
③ الراسب المتشكل مع المركبات الكربونيلية الغير المشبعة و الأروماتية

3 - الأحماض الكربوكسيلية

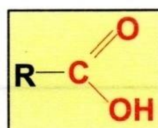


1.3- تعريف الأحماض الكربوكسيلية

تعريفها :

الأحماض الكربوكسيلية هي مركبات **عضوية اكسيجينية** تحتوي سلسلتها الكربونية على **مجموعة كربوكسيلية (-COOH)**

صيغتها العامة :





حيث **R** جذر ألكيلي صيغته ($-C_nH_{2n+1}$)

2.3- تسميتها النظامية

حالة أحماض كربوكسيلية أليفاتية ، أحادية الوظيفة :

يسمى الحمض الكربوكسيلي بنفس خطوات تسمية الألكان لكن باستبدال اللاحقة **ان (ane)** للالكان الموافق باللاحقة **ويك (oique)** ويعتبر الكربون الوظيفي هو بداية السلسلة الأساسية, ويسبق اسم الحمض الكربوكسيلي بكلمة **حمض.**

أمثلة :

الصيغة العامة	الصيغة نصف المفصلة	الاسم النظامي	الاسم الشائع
CH_2O_2	$H-C(=O)OH$	حمض الميتانويك Acide methanoique	حمض الفورميك Acide formique
$C_2H_4O_2$	$CH_3-C(=O)OH$	حمض الأيتانويك Acide ethanoique	حمض الأسيتيك Acide acétique
$C_3H_6O_2$	$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)OH$	حمض البروبانويك Acide propanoique	حمض البروبيونيك Acide propionique
$C_4H_8O_2$	$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)OH$	حمض البوتانويك Acide butanoique	حمض البوتيريك Acide butyrique

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-COOH$



$CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-COOH$

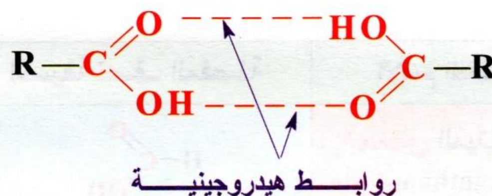


3.3- خواصها الفيزيائية:

أ- الحالة الفيزيائية : الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية الخطية نجدها سوائل أو مواد صلبة لا تتعدى درجة انصهارها 100°C .

ب- الانحلالية : تنحل كليا في الماء حتى C_4 ثم تقل انحلاليتها إلى أن تنعدم تماما ابتداء من C_9.

ج - درجة الغليان : درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية هي **أكبر** من درجات غليان معظم المركبات العضوية الحاملة لوظيفة بما فيها الكحولات، و هذا راجع إلى لكون جزيئاتها مرتبطة فيما بينها **بروابط هيدروجينية قوية** ، أقوى من تلك الموجودة بين جزيئات الكحولات .



تعريف الرابطة الهيدروجينية:

الرابطة الهيدروجينية هي رابطة كيميائية تنشا عندما تقع ذرة الهيدروجين بين ذرتين لهما كهر سالبيه عالية مثل الأوكسجين حيث ترتبط مع إحداهما برابطة هيدروجينية ومع الأخرى برابطة تساهمية

وهي أضف قوتا من الرابطة التساهمية

يرمز لها برمز (.......)

الحمض الكربوكسيلي	الاسم النظامي	درجة الغليان °C	درجة الانصهار °C	الذوبانية في الماء عند 25°C
$HCOOH$	حمض الميثانويك	100.5	8	?
$CH_3\text{-}COOH$	حمض الإيثانويك	118	16.6	?
$CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH$	حمض البروبانويك	141	-21	?
$CH_3\text{-}(CH_2)_2\text{-}COOH$	حمض البوتانويك	164	-6	?
$CH_3\text{-}(CH_2)_3\text{-}COOH$	حمض البنتانويك	187	- 34	2.97
$CH_3\text{-}(CH_2)_4\text{-}COOH$	حمض الهكسانويك	205	- 3	1.08
$CH_3\text{-}(CH_2)_6\text{-}COOH$	حمض الأوكتانويك	239	16	0.07

4.3- خواصها الكيميائية:

1.4.3- فعالية المجموعة $-COOH$:

أ- تفاعلها مع الماء (الإماهة) :

تتشرد الأحماض الكربوكسيلية في الماء جزئيا لأنها أحماض **ضعيفة**

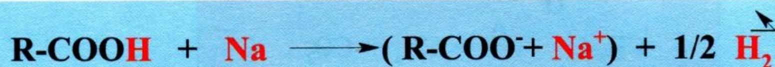


$$R\text{-}COOH + H_2O \rightleftharpoons R\text{-}COO^- + H_3O^+$$

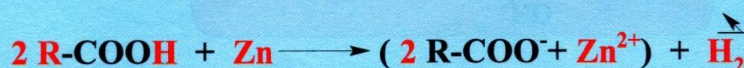
يتميز التوازن الكيميائي السابق بثابت يسمى **ثابت الحموضة** K_a :

$$K_a = \frac{[RCOO^-]\times[H_3O^+]}{[RCOOH]}$$

ب- تفاعلها مع المعادن :

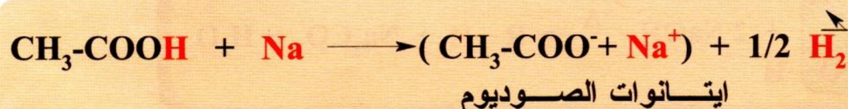


$$R\text{-}COOH + Na \longrightarrow (R\text{-}COO^- + Na^+) + 1/2\ H_2 \uparrow$$



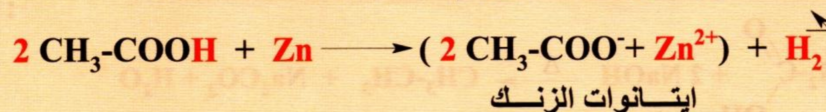
$$2\ R\text{-}COOH + Zn \longrightarrow (2\ R\text{-}COO^- + Zn^{2+}) + H_2 \uparrow$$

مثال :



$$CH_3\text{-}COOH + Na \longrightarrow (CH_3\text{-}COO^- + Na^+) + 1/2\ H_2 \uparrow$$

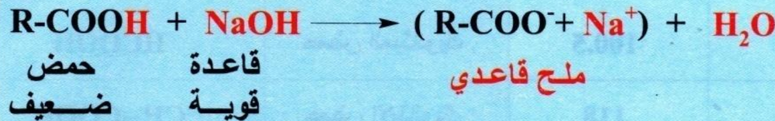
ايتانوات الصوديوم



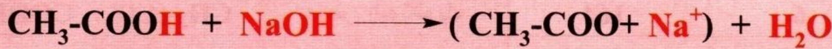
$$2\ CH_3\text{-}COOH + Zn \longrightarrow (2\ CH_3\text{-}COO^- + Zn^{2+}) + H_2 \uparrow$$

ايتانوات الزنك

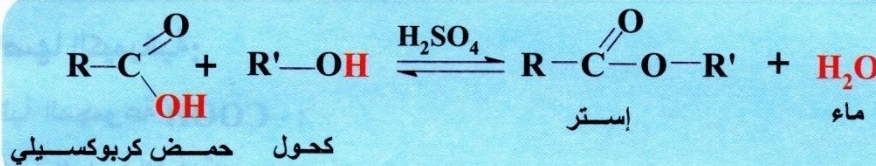
ج- تفاعلها مع الأسس (التعديل) :



مثال :



د- تفاعلها مع الكحولات (الأسترة) :



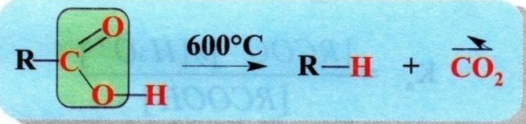
هذا التفاعل عكوسي ، بطيئ ، لاحراري ,محدود ، يستلزم وجود وسيط (H_2SO_4) و محدود ، و مردوده يتعلق بصنف الكحول المستعمل .

2.4.3- تفاعلات نزع المجموعة الكربوكسيلية COOH- :

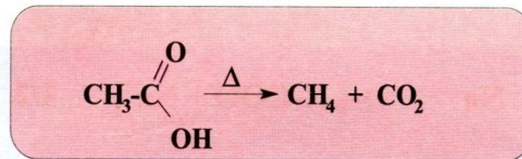
رغم أن الأحماض الكربوكسيلية مركبات مستقرة و ثابتة إلا أنها تتأثر بالحرارة مما يجعلها تفقد جزئ CO_2.

أ - حالة تشكل ألكان:

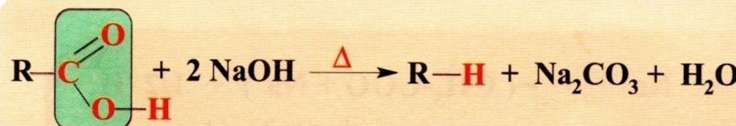
- بالتسخين فقط :



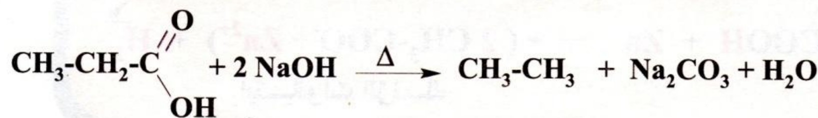
مثال :



- بالتسخين في وجود أساس قوي (NaOH) :

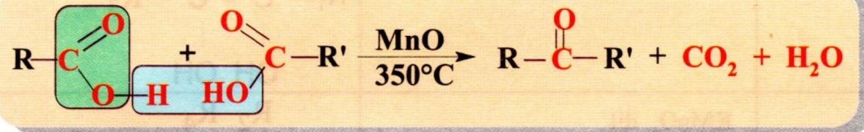


مثال :

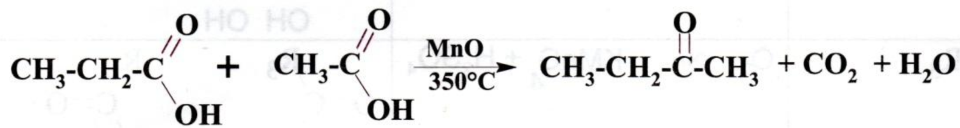


ب- حالة تشكيل سيتون :

تسخين الأحماض الكربوكسيلية بين 350°C إلى 400°C بوجود أكسيد المنغنيز MnO يؤدي إلى تكوين سيتون مع تحرير جزيء من CO_2 و جزيء من H_2O .



مثال :



ملخص التفاعلات الكيميائية

Substrat	Réactif /Conditions	Produit
$R_1(R_2)C=C(R_3)R_4$	Ag / 200°C $H_2O + H_3O^+$	$R_1-C(R_2)(OH)-C(R_4)(OH)-R_3$
$R_1(R_2)C=C(R_3)R_4$	$KMnO_4$ dil H_2SO_4	$R_1-C(R_2)(OH)-C(R_4)(OH)-R_3$
$R_1(R_2)C=C(R_3)R_4$	O_3 ou $KMnO_4 + H_2SO_4$	$O=C(R_3)R_4$ $R_1(R_2)C=O$
$R_1(R_2)CH-OH$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$R_1(R_2)C=O$
$R_1(R_2)C=C(R_3)H$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou O_3 ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$O=C(R_3)OH$ + $R_1(R_2)C=O$
$R_1(H)C=C(R_2)H$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou O_3 ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$O=C(R_2)OH$ $R_1C(=O)OH$
$R(H)CH-OH$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$R(HO)C=O$
$R(H)C=O$	$KMnO_4 + H_2SO_4$ ou $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$	$R(HO)C=O$

Substrat	Réactif /Conditions	Produit
$R-C(=O)-OH$	R_2-OH / H_2SO_4	$R_1-C(=O)-OR_2$
$R-C(=O)-OH$	NaOH	$R-C(=O)-ONa$
$R_1-C(=O)-OH$ + $R_2-C(=O)-OH$	MnO / 350°c	$R_1-C(=O)-R_2$ + CO_2 + H_2O
$R-C(=O)-OH$	600°C	$R-H$ + CO_2

تمارين

التمرين الأول:

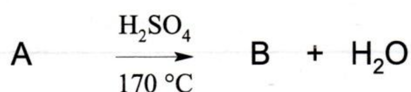
1 - كحول (A) كثافة بخاره بالنسبة للهواء $d = 2.07$

أ- أوجد الصيغة الجزيئية العامة لهذا الكحول

ب- أوجد كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة له

ج - أعط اسم و صنف كل منها .

2- تجرى على الكحول (A) سلسلة التفاعلات التالية :



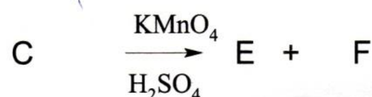
$$A \xrightarrow[170\ °C]{H_2SO_4} B + H_2O$$



$$B \longrightarrow C + H_2$$



$$C + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} D$$



$$C \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} E + F$$



$$D + DNPH \longrightarrow G + H_2O$$

باعتبار أن (A) كحول ثانوي ، أوجد الصيغ نصف المفصلة للمركبات :

(G) , (F) , (E) , (D) , (C) ,(B) (A

التمرين الثاني :

مركب عضوي أكسيجيني $C_XH_YO_Z$ كثافة بخاره بالنسبة للهواء $d = 2.48$ ، نسبة الكربون فيه (% 66.6) و نسبة الأكسيجين (% 22.2) .

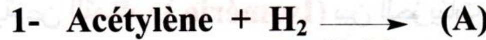
1- عين صيغته الجزيئية العامة ، ما نوع الوظائف التي يمكن أن يحتويها ؟

2- اقترح كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة ، سمي كل منها و أذكر نوع وظيفتها .

3- علما أن المركب يتفاعل مع الكاشف DNPH و لا يتفاعل مع كاشف طولنس. استنتج وظيفة هذا المركب العضوي و صيغته نصف المفصلة .

التمرين الثالث :

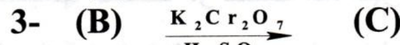
لدينا سلسلة التفاعلات التالية :



1- Acétylène + H_2 ⟶ (A)



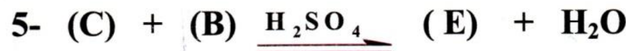
2 - (A) + H_2O $\xrightarrow{H_2SO_4}$ (B)



3- (B) $\xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7}$ (C)



4- 2 (C) $\xrightarrow[350°C]{MnO}$ (D) + H_2O + CO_2



5- (C) + (B) $\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}$ (E) + H_2O

1- أوجد الصيغ نصف المفصلة للمركبات E , D , C, B , A .

2- ما هو مردود التفاعل 5 ؟ برر إجابتك .

التمرين الرابع :

1- نمزج 0.5 mol من حمض الإيتانويك CH_3COOH مع 0.5 mol من كحول (A) ، ثم نضيف بعض قطرات من حمض الكبريت المركز H_2SO_4 ، فنحصل على 0.3 mol من الإستر عند التوازن .

أ- أذكر خصائص تفاعل الأسترة

ب- أعط تركيب ا لمزيج عند التوازن .

ج- احسب مردود تفاعل الأسترة و استنتج صنف الكحول (A) .

د- عين الصيغة نصف المفصلة للكحول (A).

علما أن الكتلة المولية للإستر المتشكل هي M = 102g / mol.

2- نزع الماء من الكحول (A) بوجود حمض الكبريتات المركز عند 180 °C يؤدي إلى المركب (B). أكتب معادلة التفاعل الحادث معطيا الصيغة نصف المفصلة لهذا المركب .

3- أكتب معادلة تفاعل أكسدة المركب (B) بفائض من $KMnO_4$ بوجود H_2SO_4 .

التماكــب

تمهيـد :

- نتحدث في الكيمياء العضوية عن **التماكب (Isomérie)** بين الجزيئات عندما تكون هذه الأخيرة تمتلك نفس الصيغة العامة و تختلف في صيغتها المفصلة ،و تختلف هذه الجزيئات عادة في خواصها الفيزيائية و الكيميائية.

أتت كلمة **Isomérie** من اليونانية حيث (نفس = isos = identique) و (الجزء = partie = meros) .

- يوجد نوعان من التماكب في الكيمياء العضوية:
  - التماكب المستوي
  - التماكب الفراغي

1- التماكب المستوي (البنيوي): (Isomérie plane de constitution)

تكون الجزيئات لها نفس الصيغة العامة وتختلف في صيغتها المفصلة المستوية **بترتيب الذرات** بالنسبة لبعضها البعض و **بنوع الروابط** بين الذرات . نميز بين عدة أنواع من التماكب المستوي البنيوي :

1.1- التماكب السلسلي : (Isomérie de chaîne)

- تختلف المتماكبات في طول السلسلة الكربونية الأساسية.
- تمتلك المتماكبات في هذه الحالة نفس الخواص الكيميائية و تختلف في خواصها الفيزيائية .

مثال : C_5H_{12}

الصيغة	Teb	الاسم
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	Teb= + 35 °C	بنتان عادي n-Pentane
$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	Teb = + 25 °C	2- ميتيل بوتان أو أيزوبنتان 2- Methylbutane ou isopentane
$CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$	Teb = + 9 °C	2،2- ثنائي ميتيل بروبان أو نيوبنتان 2,2-Dimethylpropane ou Néopentane

2.1- التماكب الموضعي : (Isomérie de position)

- تمتلك المتماكبات نفس طول السلسلة الكربونية ، نفس الوظيفة ، تختلف في موضع المجموعة الوظيفية.
- هذه المتماكبات خواصها الكيميائية متقاربة و خواصها الفيزيائية مختلفة .

المثال (1) : C_4H_8

$CH_3-CH_2-CH=CH_2$ بوتـ -1- ن
But-1-ène

$CH_3-CH=CH-CH_3$ بوتـ -2- ن
But-2-ène

المثال (2) : C_3H_8O

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$ بروبان -1- ول
Propan-1-ol

$CH_3-CHOH-CH_3$ بروبان -2- ول
Propan-2-ol

3.1- التماكب الوظيفي : (Isomérie de fonction)

- تختلف المتماكبات فيما بينها بنوع الوظيفة العضوية
- تختلف هذه المتماكبات في خصائصها الفيزيائية و الكيميائية معا ، تتفق فقط في صيغتها العامة .
- الجدول الآتي يلخص لنا الوظائف المتماكبة :

الصيغة العامة	C_nH_{2n}	$C_nH_{2n+2}O$	$C_nH_{2n}O$	$C_nH_{2n}O_2$
الوظائف المتماكبة	- الألسنات - الألكانات الحلقية	- الكحولات - الإيثيرات	- الألدهيدات - السيتونات	- الأحماض الكربوكسيلية - الأستيرات

المثال (1) : C_3H_8O

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$
وظيفة كحول
البروبان-1- ول
Proan-1-ol

$CH_3-O-CH_2-CH_3$
وظيفة إيثر
إيتيل ميتيل إيثر
Ethyl Methyl Ether

المثال (2) : C_4H_8

$CH_3-CH=CH-CH_3$
ألسن
بوتـ 2- ن
But – 2- ène

CH_2-CH_2
| |
CH_2-CH_2
ألكان حلقي
حلقي بوتان
Cyclobutane

2- التماكب الفراغي :

- تمتلك الجزيئات نفس الصيغة العامة و نفس الصيغة المفصلة المستوية و لكنها تختلف في تمثيلها الهندسي في الفراغ تدعى **متماكبات فراغية** .
- يوجد نوعان رئيسيان من التماكب الفراغي :

- التماكب الضوئي : Isomérie optique

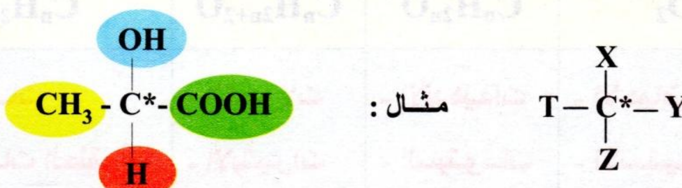
- التماكب الهندسي : Isomérie géométrique

- دراسة هندسة الجزيئات في الفراغ تتطلب تمثيل (إسقاط) هذه الجزيئات على مستوى و لقد اقترحت عدة تمثيلات للجزيئات التي تمتلك ذرات كربون غير متناظرة منها تمثيل كرام و تمثيل فيشر.

1.2- الكربون غير المتناظر و تمثيلاته :

1.1.2- الكربون غير المتناظر : (Le carbone asymétrique)

الكربون غير المتناظر هو كربون **مشبع** مرتبط بأربعة مجموعات **مختلفة** ، نشير إليه **بنجمة** *



2.1.2- تمثيل كرام : (Représentation de Cram)

تستعمل خطوط مختلفة لتمثيل روابط الكربون غير المتناظر .



3.1.2- تمثيل فيشر (Fisher) :

يستعمل عادة لتمثيل جزيئات السكريات البسيطة (Oses) و يتبع الخطوات التالية :

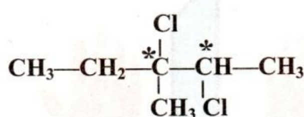
1- يمثل السلسلة الكربونية التي تحتوي على ذرات الكربون غير المتناظرة *C **بخط مستمر عمودي** بوضع في الأعلى :

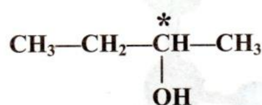
- الكربون الذي يمتلك أكبر عدد من الأكسيجينات (رابطة مضاعفة مع عنصر O يحسب ذلك العنصر مرتين)
- أو الكربون الذي يمتلك أصغر ترقيم في السلسلة الكربونية

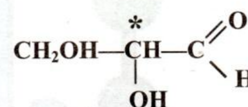
2- يمثل الروابط الجانبية للكربونات *C **بخطوط مستمرة أفقية**

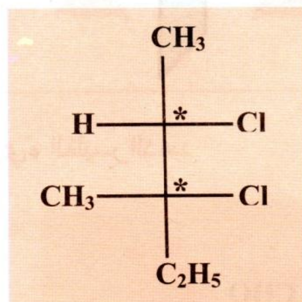
3- كل تقاطع في تمثيل فيشر يمثل كربون غير متناظر *C

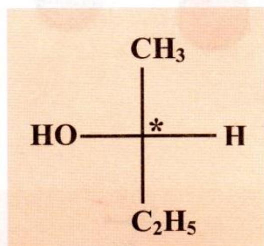
أمثلة:

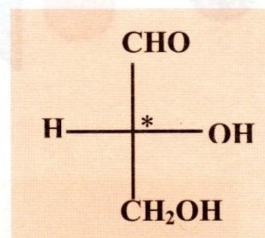








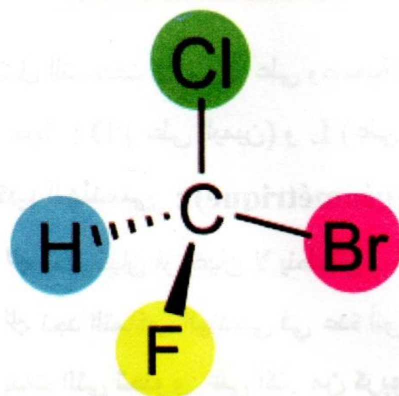




2.2- التماكب الضوئـي : Isomérie optique

1.2.2- الكيرالية : (Chiralité)

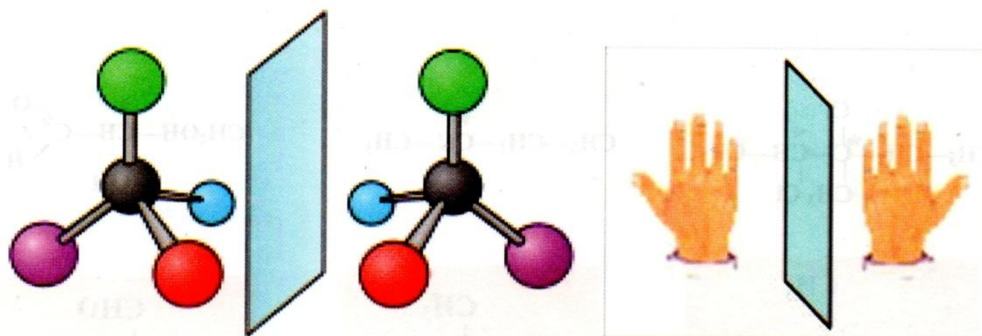
يميز التماكب الضوئي بصفة خاصة الجزئيات التي تحتوي على **كربون غير متناظر *C** أو أكثر و بصفة عامة في الجزئيات غير المتناظرة التي لا تمتلك مركز أو مستوى تناظر، تدعى هذه الجزئيات **بالجزيئات الكيرالية** **(Chirale = main = اليد)**



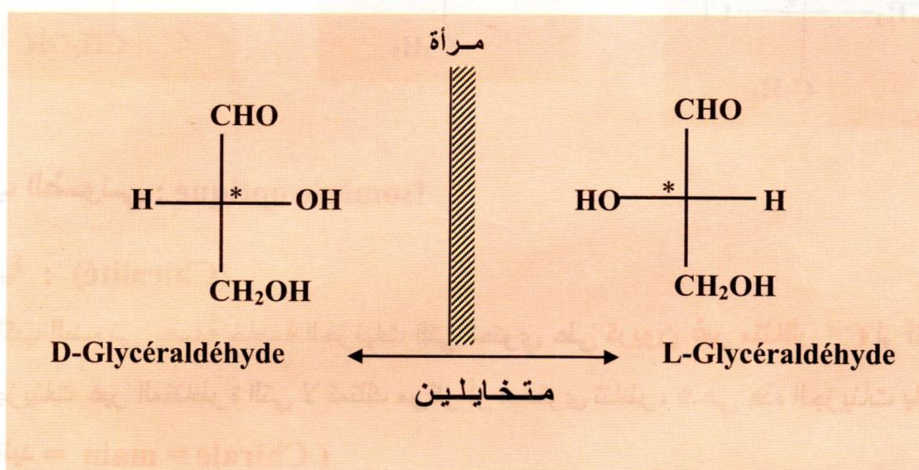


2.2.2- المتخايلات : (Enantiomères)

يكون المماكبين الفراغيين متخايلين عندما يكون أحدهما صورة مرآة للآخر و غير قابلين للتطابق



مثـال : جزيء الغليسرالدهيد



ملاحظة : تدل التسميات D و L على وضعية المجموعة الهيدروكسيلية (OH) للكربون ما قبل الأخير (n-1) حيث : D (على اليمين) و L (على اليسار) . تستعمل في السكريات (OH-)و الأمينات (NH_2-) .

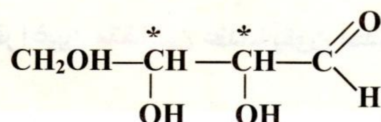
3.2- التماكب الهندسي : (géométrique)

- متماكبان فراغيان لا ينطبقان و ليسا بمتخايلين نقول عنهما أنهما **لامتخايلين** .
- نجد التماكب الهندسي في عدة أنواع من الجزيئات منها :

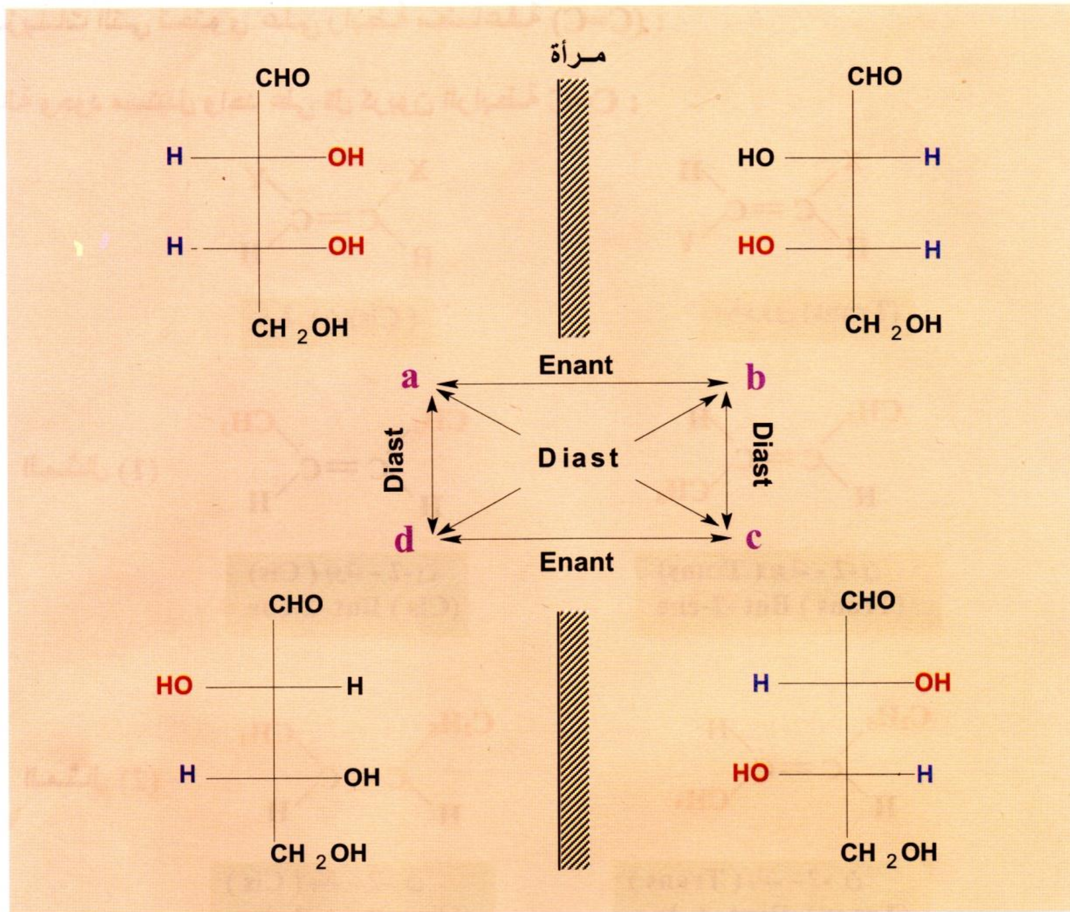
1.3.2- الجزيئات التي تحتوي على أكثر من كربون غير متناظرين*C :

يحتوي كل جزيء كيرالي على n كربون غير متناظر *C و يمتلك 2^n متماكبات فراغية (إيزوميرات)

نعتبر الجزئ العضوي التالي :



يمتلك هذا الجزيء n = 2 كربونات *C فهو اذن يتميز بـ $2^2 = 4$ متماكبات فراغية (أيزوميرات)



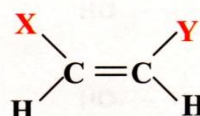
Enant ⟷ علاقة التخايل بين متخايلين

Diast ⟷ علاقة دياستيريوميرية (بين دياستيريوميرين)

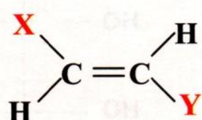
- زوجان من المتخيلات : (a , b) و (c , d)
- أربعة أزواج من دياستيريوميرات : (a , c) , (a , d) , (b , c) , (b , d)

2.3.2- الجزيئات التي تحتوي على رابطة مضاعفة (C=C) :

أ- في حالة وجود مستبدل واحد على كل كربون الرابطة C=C :

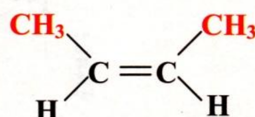


مقرون (Cis)

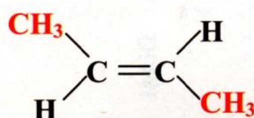


مفروق (Trans)

المثال (1)

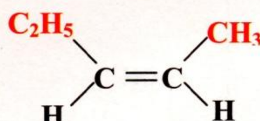


(Cis) بوتـ - 2- ن
(Cis) But -2-ène

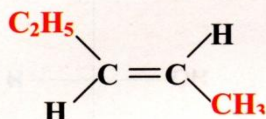


(Trans) بوتـ - 2- ن
(Trans) But -2-ène

المثال (2)



(Cis) بنتـ - 2- ن
(Cis) Pent -2- ène



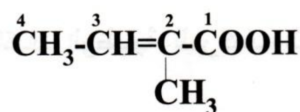
(Trans) بنتـ - 2- ن
(Trans) Pent -2- ène

ب- في حالة وجود أكثر من مستبدل واحد على كربون الرابطة المضاعفة C=C :

نتبع الطريقة التالية لتعيين المتماكبات الهندسية :

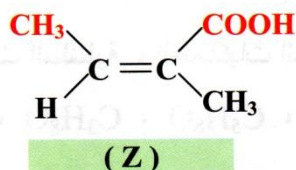
- **نعين على كل كربون الرابطة C=C المستبدل الأفضلي (الذي يمتلك أكبر رقم ذري Z) .**
- **في حالة وجود المستبدلين الأفضليين في نفس الجهة بالنسبة للرابطة C=C فإن المتماكب الهندسي يكون من النوع مقرون يرمز له بـ Z (Zusammen = Ensemble)**
- **في حالة وجود المستبدلين الأفضليين في جهتين متعاكستين بالنسبة للرابطة C=C فإن المتماكب الهندسي يكون من النوع مفروق يرمز له بـ E (Entgegen = Opposé)**

المثال (1)

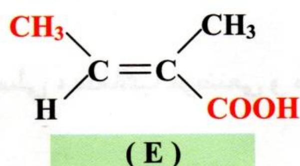


حمض 2- ميتيل بوت- 2- ن ويك
Acide 2- méthylbut -2- ènoique

C2 : COOH > CH_3
C3 : CH_3 > H

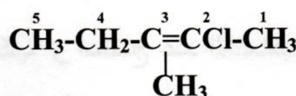


(Z)



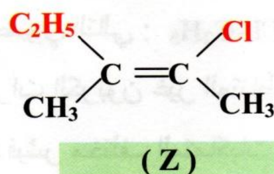
(E)

المثال (2)

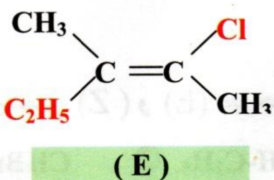


2- كلورو - 3- ميتيل بنت - 2- ن
2-Chlor-3 - methylpent -2- ène

C2 : Cl > CH_3
C3 : C_2H_5 > CH_3



(Z)



(E)

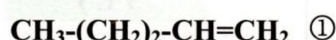
تمارين تطبيقية

التمرين الأول :

أعط كل المتماكبات السلسلية ، المتماكبات الموضعية و المتماكبات الوظيفية للمركبات التي تمتلك الصيغ العامة التالية : C_6H_{12} ، C_3H_8O ، C_5H_8O ، $C_4H_8O_2$

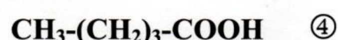
التمرين الثاني :

أعط متماكب سلسلي ، متماكب موضعي و متماكب وظيفي لكل من المركبات التالية :


① $CH_3-(CH_2)_2-CH=CH_2$


③ $CH_3-CO-(CH_2)_2-CH_3$


② $CH_3-(CH_2)_4-CH_2-OH$


④ $CH_3-(CH_2)_3-COOH$

التمرين الثالث:

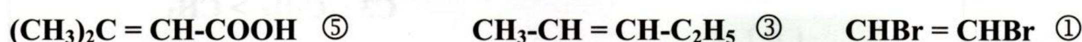
لدينا المركب العضوي التالي : $CH_3-CHCl-CHCl-C_2H_5$

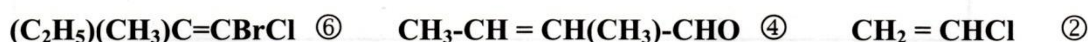
1- عين عدد ذرات الكربون غير المتناظرة *C في هذا المركب و استنتج عدد المتماكبات الفراغية .

2- مثل بإسقاط فيشر مختلف المتماكبات الفراغية و مثل العلاقات الموجودة بينها

التمرين الرابع :

هل التماكب الهندسي (Z) و (E) موجود في المركبات الآتية . مثل متماكباتها في حالة وجودها .


① $CHBr = CHBr$ ③ $CH_3-CH = CH-C_2H_5$ ⑤ $(CH_3)_2C = CH-COOH$


② $CH_2 = CHCl$ ④ $CH_3-CH = CH(CH_3)-CHO$ ⑥ $(C_2H_5)(CH_3)C=CBrCl$

التمرين الخامس :

لدينا المركب التالي : $CH_3-CH=C(CH_3)-CHOH-CH_3$

1- يمتاز هذا الجزيء بنوعين من التماكب الفراغي ، ما هما ؟ برر إجابتك .

2- مثل المتماكبات الفراغية المرافقة لكل نوع .

يعتبر البترول أهم مصدر للطاقة

- أذكر بعض منتجات البترول

- أذكر طرق فصل هذه منتجات البترول

1- ما هو البترول ؟ :



1.1- تعريفه :

- البترول (Petroleum) مصطلح لاتيني مكون من(petra) بمعنى صخر (rock) و (oleum) بمعنى زيت (oil) و يطلق كذلك على البترول اسم الذهب الأسود .
- البترول سائل زيتي ، لزج ، قابل للاشتعال ، له رائحة مميزة، لونه بين الأصفر الباهت إلى البني القاتم والأسود. غني بالطاقة و هو أهم مصادر الطاقة في العالم.
- البترول اقل كثافة من الماء ($d : 0.83 \div 0.97$) . درجة انصهاره ($T_{Fus} : -20 , +10\ °C$) حسب كمية المواد الصلبة الموجودة فيه.

2.1- تاريخ البترول :

- يظهر أحياناً على سطح الأرض في بعض المناطق على شكل برك نفطية، عرفه القدماء في صورته الخام، واستخدموه في الإضاءة، والبناء، وطلاء السفن، كما استخدم في علاج بعض الأمراض، ويعتبر البترول مصدر مهمّ لصناعة العديد من المركبات والمنتجات الكيميائية ، كالمذيبات ، والأسمدة، والمبيدات الحشرية ، والبلاستيك وغيرها.
- تم حفر أوّل بئر بترول في الصين في القرن الرابع الميلادي، أمّا التاريخ الحديث للنفط فقد بدأ في بولندا في عام 1853 عندما أكتشفت عمليات تقطير النفط الخام ، وفي الولايات المتحدة بدأت الصناعة النفطية باكتشاف ادوين درايك (Edwin Drake's) للنفط في عام 1859 م بولاية بنسلفانيا .

3.1- أصل البترول :

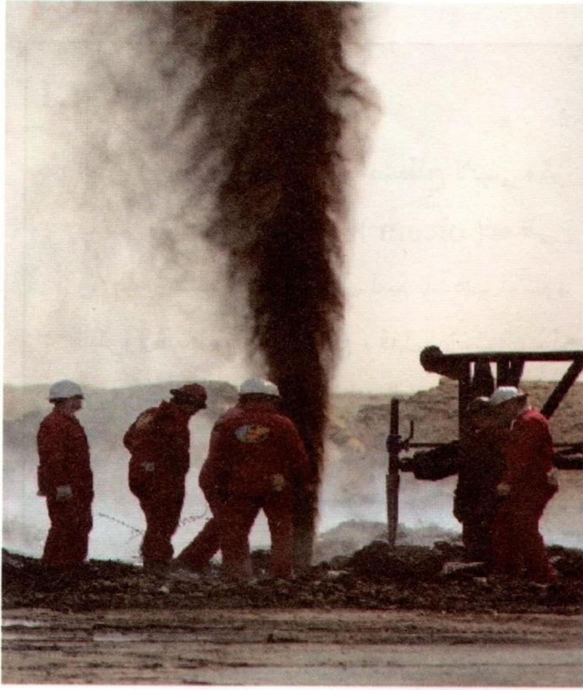
- تخمر المواد العضوية الحيوانية أو النباتية في قاع البحار و المحيطات منذ مئات آلاف السنين وتحللها بتحولات كيميائية بطيئة، و تحت درجات حرارة تتراوح بين : 100-150°C و ضغط يتراوح بين :300 –1500 bars

($1\ bar = 10^5\ Pa$) ، يتشكل خليط من بترول (نفط) ، غاز طبيعي و ماء مالح، يتجمع هذا الخليط في جيوب صخرية تدعى بخزانات. يتم استخراجه بعملية الحفر في مناطق مختلف من العالم .

- تبدأ عملية الاستخراج بالحفر إلى أعماق بعيدة ، يندفع البترول إلى الأعلى تلقائياً في كثير من الحالات بسبب وجود الغاز الطبيعي ووقوع البترول تحت ضغط عال، فطبقة البترول في العادة تكون محصورة بين طبقة الغاز التي تعلوها وطبقة الماء التي توجد أسفل منها.



محطة تكرير البترول



حفارة بترول

4.1- تركيب البترول :

- تركيب البترول (النفط) يتغير من منطقة إلى أخرى و لكنه يتكون دائما من عدة مئات من فحوم هيدروجينية معظمها مشبعة (**ألكانات**) منها ما هو غاز : ميتان ، إيثان ، بروبان ، بوتان ، منها ما هو سائل : البنزين (essences) و منها ما هو صلب : الزفت (Bitume) .
- يحتوي البترول الخام في بعض الآبار كذلك على فحوم هيدروجينية **غير مشبعة** (C=C) أو فحوم هيدروجينية **عطرية** (أرومانية) كما هو الحال بالنسبة للنفط الأندونيسي .
- يحتوي البترول كذلك على أنواع كيميائية أخرى مثل ثنائي أزوت N_2 ، ثنائي أكسيجين O_2 ، الكبريت **S** و بعض المعادن مثل النيكل **Ni** و ذلك بنسبة قليلة لا تتعدى 1% .

التركيب الكتلي المئوي لبعض أنواع البترول					
Provenance المصدر	Gaz غازات	Essences بنزينات	Kérosène كيروزان	Gazole مازوت	Résidus بقايا ثقيلة
الجزائر	0	19	21	22	38
الكويت	2	17	14	16	51
فنزويلا	0	7	0	19	74

2 – تكرير البترول :

يقصد بتكرير البترول فصله إلى مكوناته المتعددة القابلة للاستهلاك بالاعتماد على الخواص الفيزيائية مثل درجة الغليان و يتم ذلك باستعمال سلسلة من عمليات الفصل .

1.2- المعالجة الأولية :

تشمل التخلّص من الماء والأملاح المصاحبة للنفط، وهي خطوة مهمّة تسبق عملية التقطير لكون وجود الماء و الأملاح في برج التقطير يسبب مشاكل خطيرة، فقد ينتج عن وجود الماء انفجار برج التقطير للضغط الهائل الذي ينتج من تبخّر الماء، أمّا الأملاح فتسبب تآكل (corrosion) الحديد المصنوع منه مادة البرج.

2.2- عمليات التقطير :

تعتمد على **اختلاف درجات غليان** مكونات البترول .

1.2.2- التقطير التجزيئي تحت الضغط العادي :

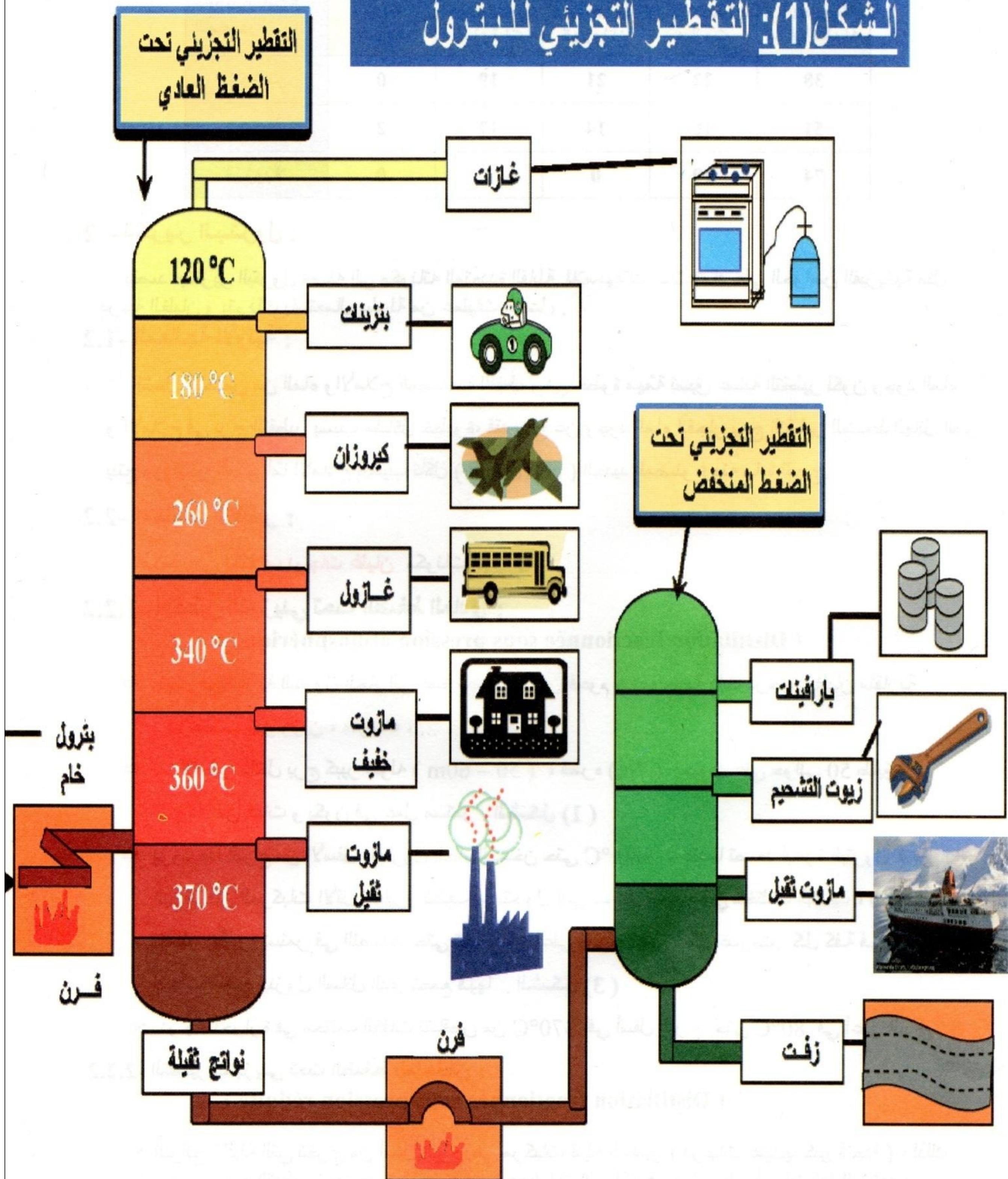
(Distillation fractionnée sous pression atmosphérique)

- يتمثل في تجزئة البترول الخام إلى عدة مجموعات من فحوم هيدروجينية ذات درجات غليان متقاربة (بنزينات ، كير وزان ، مازوت ، ...) . **الشكل (1)**
- يتم التقطير داخل برج كبير طوله (50 – 60m) ، قطره (7m) يحتوي على حوالي 50 طابق مكونة من كفات و يكون في عمل مستمر . **الشكل (1)**
- يزود هذا البرج من الأسفل بالبترول الخام المسخن حتى 380 °C ، عندما تصعد أبخرة البترول عبر البرج فان المركبات الأقل تطايرا تكثف و تتحول إلى سوائل تتجمع في مختلف الكفات ، بينما المركبات الأكثر تطايرا تستمر في التصاعد حتى تخرج من أعلى البرج على شكل غازات. كل كفة في البرج تمتلك فتحات تسمح بنزول السائل الذي تجمع فيها . **الشكل (3)**
- درجة الحرارة في مختلف الكفات تتناقص من 370°C في أسفل البرج حتى 80°C في أعلى البرج .

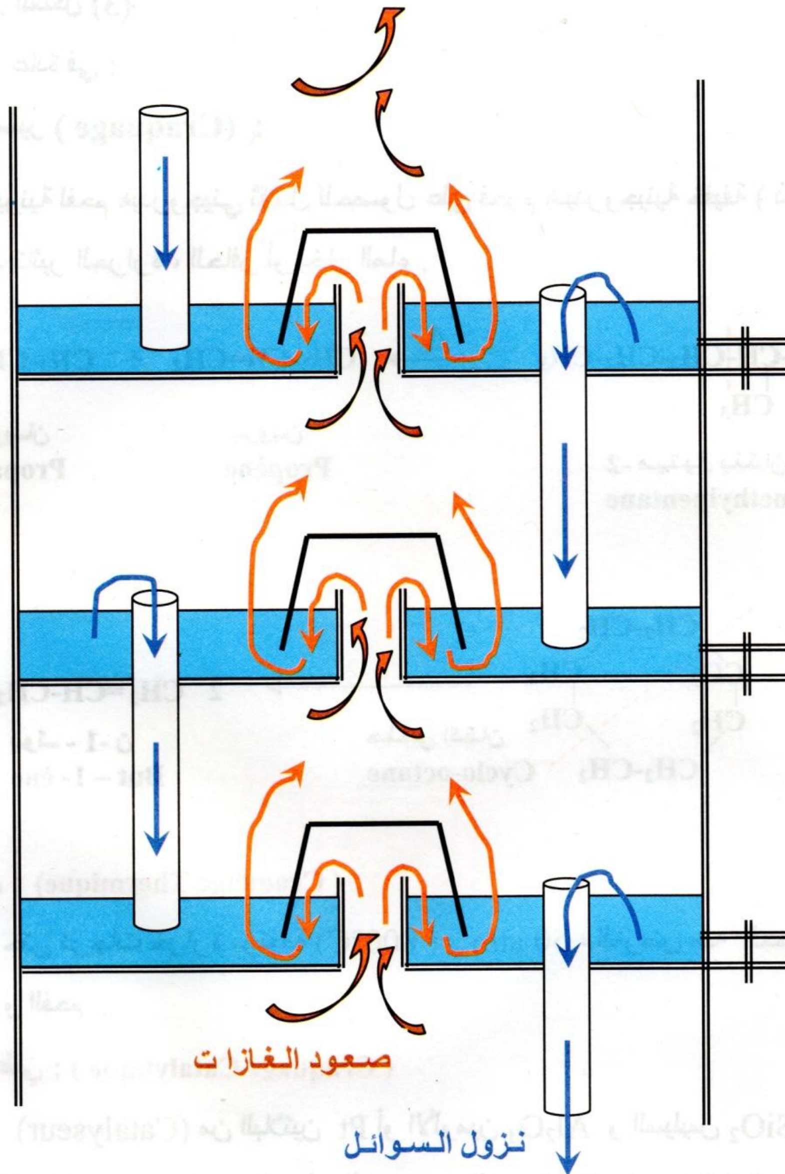
2.2.2- التقطير التجزيئي تحت الضغط المنخفض :

(Distillation fractionnée sous pression réduite)

- النواتج الثقيلة التي تخرج من أسفل البرج هي مركبات قليلة التطاير (درجات غليانها كبيرة جدا) ، لذلك توجه نحو برج التقطير تحت ضغط منخفض (0.01 bar) ليتم فصلها ، علما أن الضغط المنخفض يسمح بتخفيض درجات غليانها . **الشكل (1) .**


الشكل(1): التقطير ألتجزيئي للبترول
التقطير التجزيئي تحت الضغط العادي
غازات
120 °C
بنزينك
180 °C
كيروزان
260 °C
غازول
340 °C
مازوت خفيف
360 °C
مازوت ثقيل
370 °C
بترول خام
فرن
نواتج ثقيلة
فرن
التقطير التجزيئي تحت الضغط المنخفض
بارافينك
زيوت التشحيم
مازوت ثقيل
زفت

الشكل (2) : مقطع من برج التقطير



3.2- التحولات الكيميائية على مشتقات البترول :

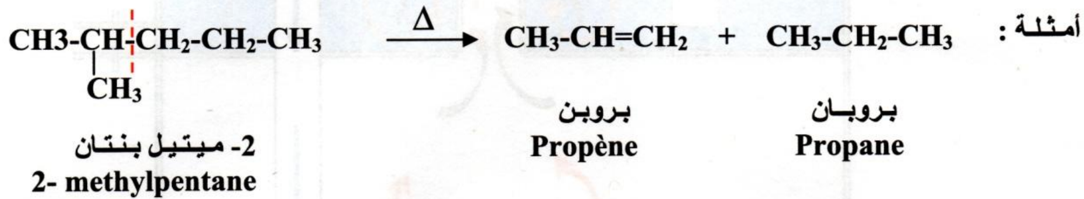
تجرى على بعض المركبات الناتجة عن تقطير البترول تحولات إضافية تسمح بتحسين خواصها و جعلها قابلة للتسويق و الاستهلاك . الشكل (3).

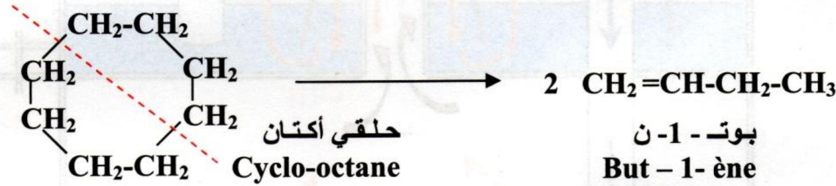
تتمثل هذه التحولات عادة في :

1.3.2- التحطيم أو التكسير (Craquage) :

تكسر السلسلة الكربونية لفحم هيدروجيني ثقيل للحصول على فحوم هيدروجينية خفيفة (ذات سلاسل كربونية قصيرة) ، يتم ذلك تحت تأثير الحرارة ، الحافز أو بخار الماء .

أمثلة :





أ- التحطيم الحراري : (Craquage Thermique)

يحتاج إلى التسخين حتى درجات حرارة مرتفعة (800°C) و 50 atm ، الغرض منه الحصول على غازات النفط و الوقود الخفيف و الفحم .

ب- التحطيم الوسيطي : (Craquage Catalytique)

يتم بوجود وسيط (Catalyseur) من البلاتين Pt أو الألومين Al_2O_3 و السيليس SiO_2 ، و هو ذو فائدة إذ يتطلب طاقة قليلة (500°C) و يسمح بالحصول على البنزين من النوع الممتاز (Super) إلى جانب المازوت الخفيف و ألسنات غازية .

ج- التحطيم ببخار الماء : (Vapocraquage)

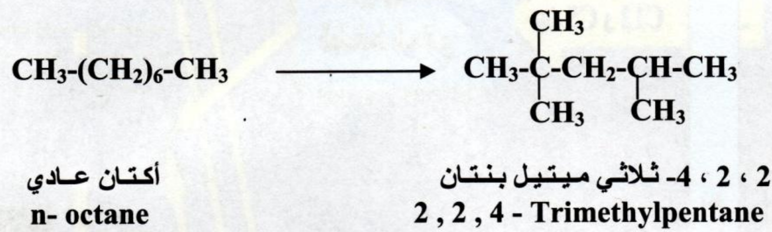
بوجود بخار الماء تحت درجة حرارة مرتفعة (800°C) و ضغط متوسط فإن هذا التحطيم يسمح بالحصول على فحوم هيدروجينية أروماتية مثل البنزين C_6H_6 و إيتيلينية مثل : C_2H_4 و C_3H_8 .

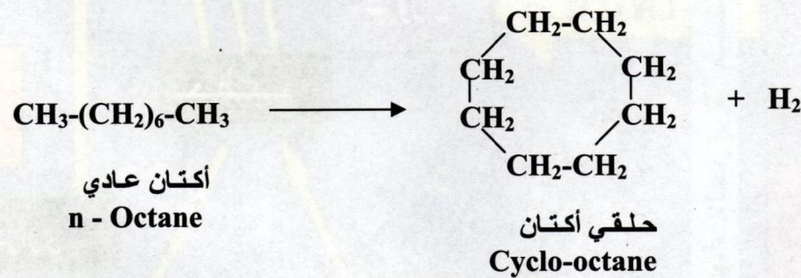
2.3.2- أعادة التشكيل : (Reformage)

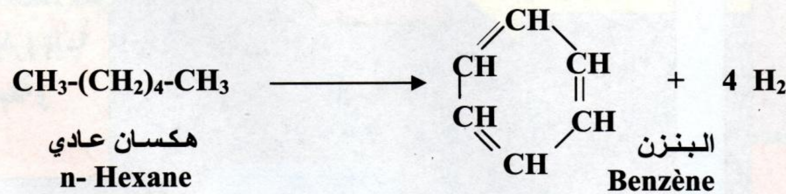
يمكن أن يؤدي تأثير الحرارة بوجود (وسيط)، على فحم هيدروجيني مشبع (ألكان) خطي إعادة ترتيب لذرات الكربون و تحويله إلى :

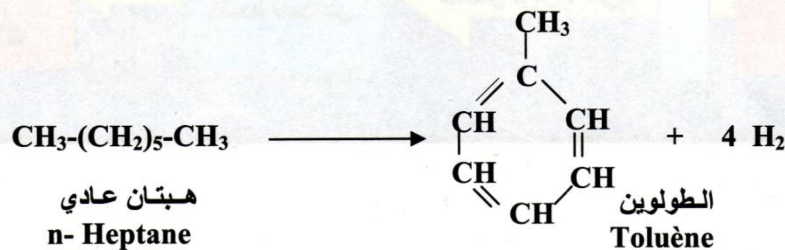
- فحم هيدروجيني متفرع : دون أي نزع
- فحم هيدروجيني حلقي : بانتزاع الهيدروجين H_2
- فحم هيدروجيني أروماتي أو عطري : بانتزاع الهيدروجين H_2

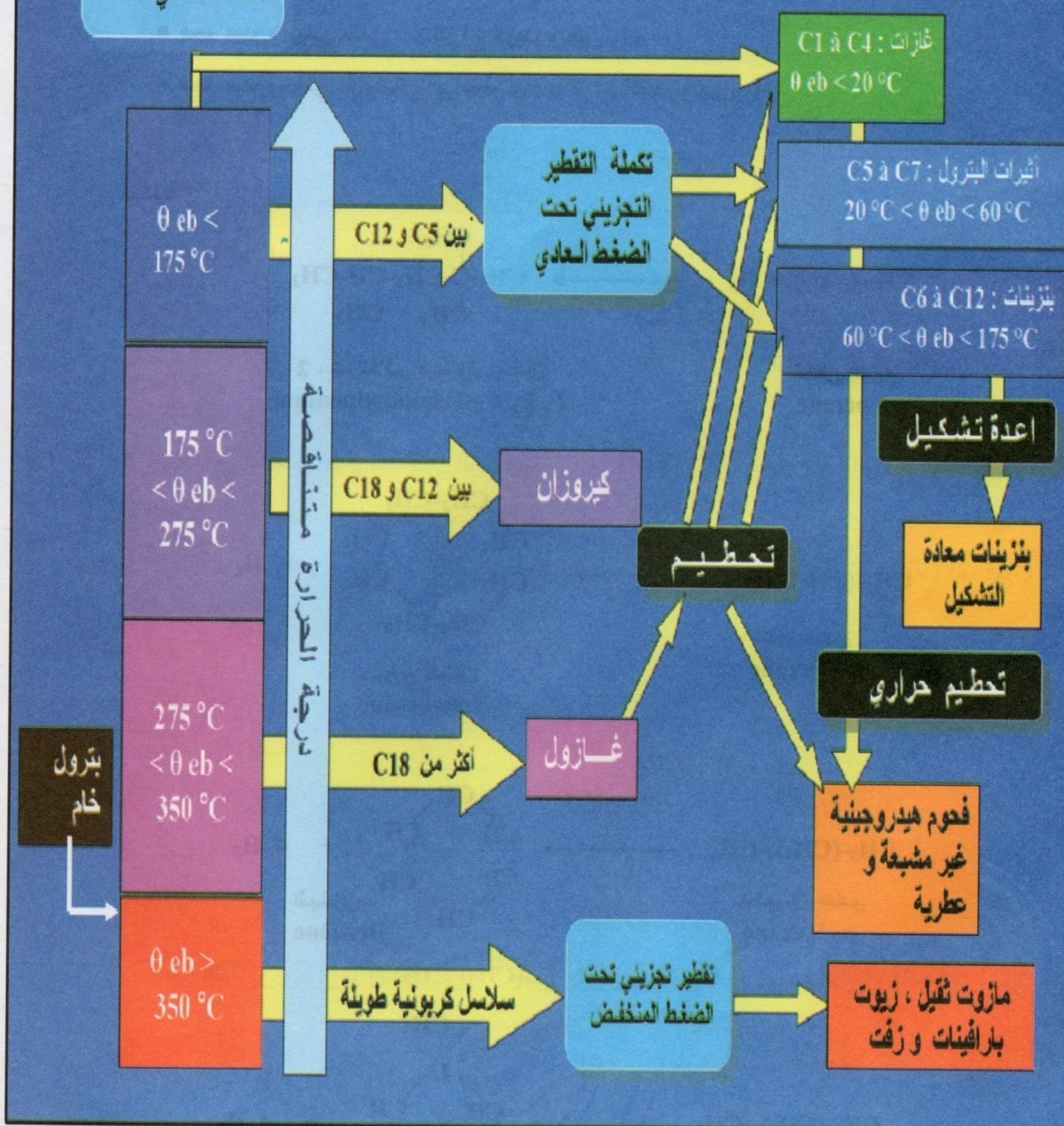
أمثلة :










الشكل(3) : تكرير البترول
التقطير التجزيئي تحت الضغط العادي
غازات : C1 à C4
θ eb < 20 °C
أثيرات البترول : C5 à C7
20 °C < θ eb < 60 °C
بنزينات : C6 à C12
60 °C < θ eb < 175 °C
اعدة تشكيل
بنزينات معادة التشكيل
تحطيم حراري
فحوم هيدروجينية غير مشبعة و عطرية
تكملة التقطير التجزيئي تحت الضغط العادي
بين C5 و C12
θ eb < 175 °C
175 °C < θ eb < 275 °C
بين C12 و C18
كيروزان
تحطيم
275 °C < θ eb < 350 °C
أكثر من C18
غازول
بترول خام
θ eb > 350 °C
سلاسل كربونية طويلة
تقطير تجزيئي تحت الضغط المنخفض
مازوت ثقيل ، زيوت بارافينات و زفت
درجة الحرارة متناقصة

3 - مفهوم معامل الأوكتان:

➤ إن مردود المحرك يزداد بارتفاع نسبة انضغاطه ، لكن كلما زاد هذا الأخير استلزم أن تكثر في الوقود المستعمل مكونات قادرة على تحمل هذا الضغط. هذه الخاصية تقاس بـ " **معامل الأوكتان** " « Indice d'octane ».

➤ في سنة 1927م تم اختيار مركبين في خليط البنزين " Essence " كمرجع هما :

- **الهبتان العادي** $CH_3-(CH_2)_5-CH_3$ الذي يتبخر بسرعة داخل المحرك فيحترق قبل الأوان مما يحدث قرقعة " Cognement , Cliquetis " لذلك منح له **معامل أوكتان يساوي الصفر**

- **2، 2، 4 - ثلاثي ميتيل بنتان** $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ الذي لا يحترق إلا عند ضغط كبير لذلك منح له **معامل أوكتان = 100 .**

➤ المقصود بالقرقعة هو الصوت الذي يحدثه المحرك نتيجة احتراق خليط البنزين والهواء قبل الأوان عند الانضغاط مما يتسبب في ضياع كمية من الطاقة وللتغلب على هذه الظاهرة تم إضافة مواد إلى الوقود لها القدرة على إزالة أسباب القرقعة أي رفع معامل الأوكتان.

➤ المركب الذي استعمل هو رابع إيثيل الرصاص $Pb(C_2H_5)_4$ لكن تبين أن هذا المركب سام وخطير على صحة الإنسان لذلك يجب التعامل معه بحذر.

➤ حاليا توجد أنواع أخرى من الوقود ذات معامل أوكتان أكبر من 100 وهي أكثر مقاومة للقرقعة من **2 ، 2، 4 - ثلاثي ميتيل بنتان** .

معامل الأوكتان	الوقـود
0	n-heptane ($CH_3-(CH_2)_5-CH_3$
83	2,4-diméthylpentane $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$
95	Euro 95
98	Euro 98
100	2,2,4-triméthylpentane $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$
117	Benzène البنزن
119	CH_3 Toluène (طولوين)

4- تأثير البترول على البيئة :

يعتبر النفط من أهمّ الملوثات البيئية سواءً في البرّ أو البحر ، ويصحب عملية استخراج النفط مخاطر تلوّث في أغلب الأحيان ، وخاصّة عندما يستخرج من قاع البحر ، حيث تتأثر الكائنات الحيّة التي تعيش في تلك المناطق بشكلٍ كبير، هذا بالإضافة إلى الحوادث التي تتعرّض لها ناقلات النفط العملاقة والتي ينجم عنها تعرّض مناطق واسعة للتلوث النفطي . ولا ننسى أيضاً التلوّث النفطي الناتج عن الحروب ، مثل التلوّث الهائل الذي شمل الخليج العربي والمناطق القريبة منه إبان الحرب بين الكويت و العراق في عام 1991 م .









صور تعبر عن التلوث الناتج من البترول

بحث حول طريقة صناعية

تكوين أفواج صغيرة من المتعلمين

يقترح عليهم اختيار بحث من بين المواضيع الآتية :

ـ بحث حول تحضير أحد مشتقات البترول

يعتبر البترول مصدر مهم لصناعة العديد من المركبات والمنتجات الكيميائية لذا نقترح إنجاز بحث على بعض منتجات البترول نذكر منها

1) الأسمدة الفلاحية

2) الكير وزان وقود الطائرات

3) مازوت وقود سيارات الديزل

4) بنزينات وقود سيارات البنزين

5) زيوت المحركات

6) زيوت التشحيم

تحضير الأسيتلين

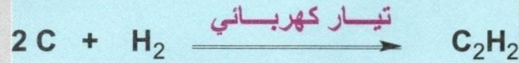
يعتبر الإستلين من الفحوم الهيدروجينية كثيرة الاستعمال في الصناعة

- ما هي المراحل الكبرى اللأزمة للتحضير الإستلين

1- تعريف الأسيتلين :



- الأسيتيلين فحم هيدروجيني غير مشبع (**ألسين**) صيغته العامة **C_2H_2** و صيغته المفصلة $H-C\equiv C-H$
- هو غاز عديم اللون و الرائحة، كثير الالتهاب, كثافته **d = 0.96** أخف من الهواء, يتميع عند **T = - 83.6 °C** ، يتجمد عند **T = - 85 °C**، قليل الانحلال في الماء وكثير الانحلال في الأسيتون .
- هو غاز قليل الاستقرار إذ يتفكك بسهولة محدثا انفجار إذا تجاوز الضغط 1400 كيلو باسكال Pascal لذلك يحفظ منحلا في الأسيتون .
- الأسيتلين لا يتواجد في الطبيعة و إنما يحضر انطلاقا من مواد أخرى و أول من قام بتصنيعه **Berthelot** سنة **1862** باستعمال قوس كهربائي بين مسرى من الفحم و غاز الهيدروجين.



$$2C + H_2 \xrightarrow{\text{تيار كهربائي}} C_2H_2$$

2- الطرق الصناعية لتحضير الأسيتيلين:

1.2- انطلاقا من الفحم الحجري و الكلس : في مرحلتين هما :

أ- تحضير فحم الكالسيوم CaC_2 (أو كربيد الكالسيوم) : الشكل (1)

باستعمال الفحم الحجري **C** (Coke) و الكلس **CaO** (La chaux) داخل فرن كهربائي عند 1800°C إلى 2000°C :

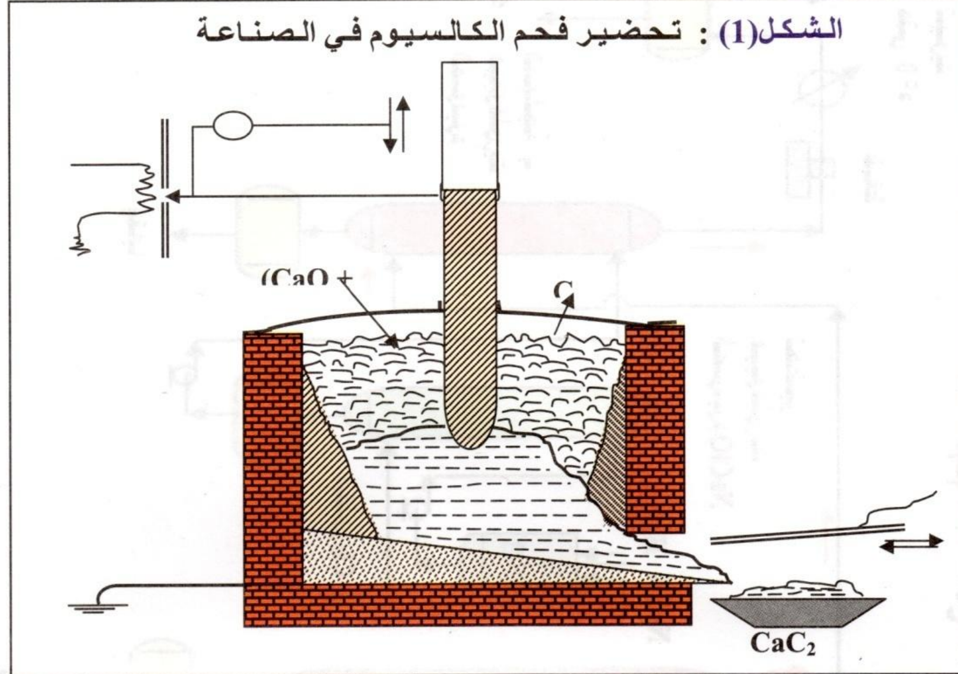


$$CaO + 3C \longrightarrow CaC_2 + CO + 465\ KJ$$

- داخل فرن كهربائي مغلق مصنوع من الأجور العازل و مزود بمساري من الفحم **(Electrodes)** مغذية بتيار متناوب شدته 10 A تحت جهد من 100-250 V يتم تعبئة المزيج فحم – كلس .
- تغمس المساري تدريجيا داخل المزيج : فحم – كلس فتقوم بتسخينه حتى الانصهار عندئذ يحدث تفاعل ينتج عنه فحم الكالسيوم و غاز أحادي أكسيد الفحم .

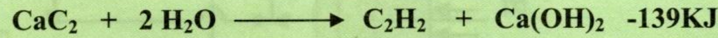
- فحم الكالسيوم CaC_2 السائل يخرج من الفتحة الموجودة في قاع الفرن، يستقبل داخل قوالب أين يبرد لمدة ساعة إلى ساعتين ثم يخرج من القوالب للكسر و السحق ، أما الغاز CO فيتجمع في أعلى الفرن ليحرق فيما بعد (لتوفير الطاقة).

الشكل(1) : تحضير فحم الكالسيوم في الصناعة



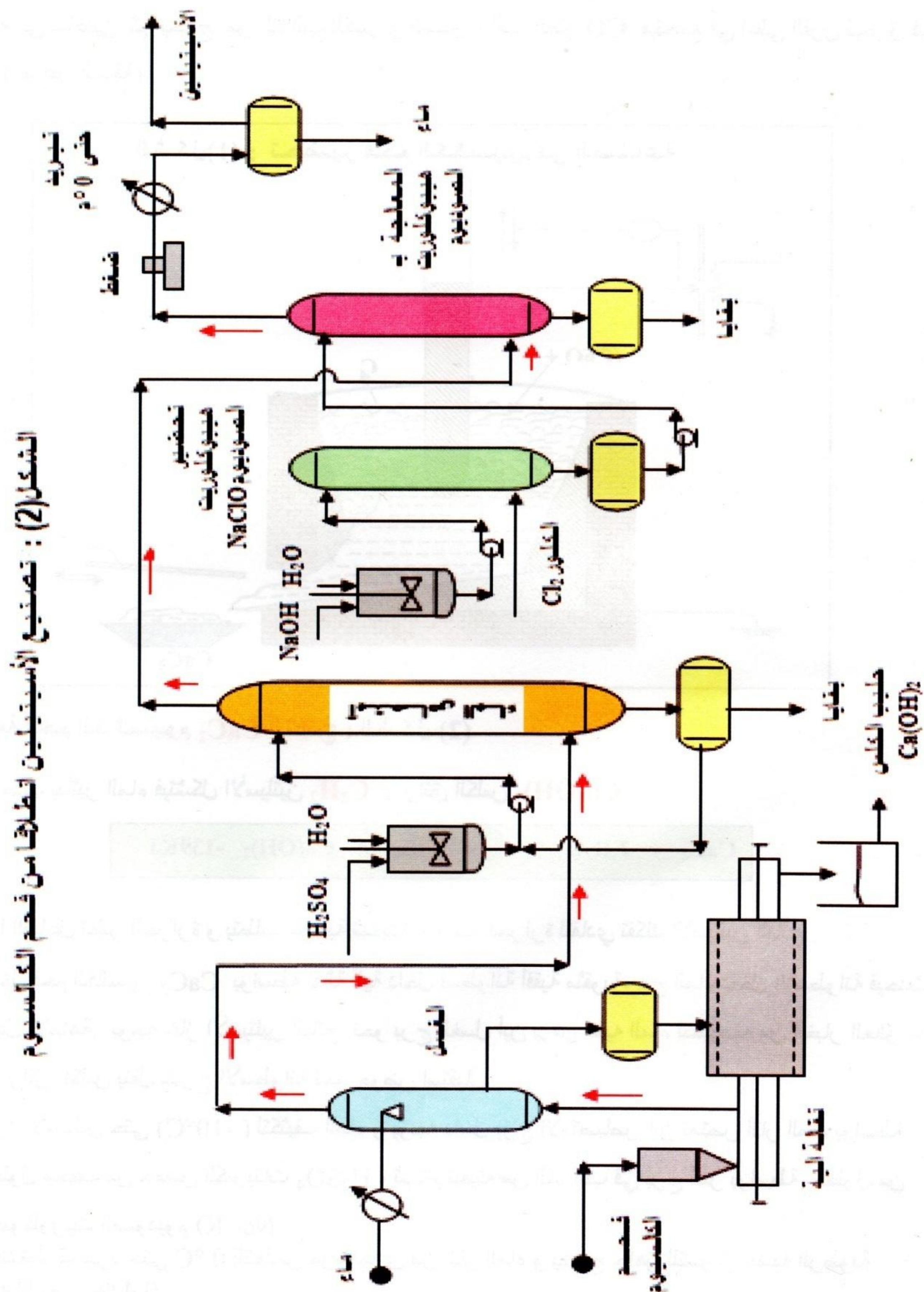
ب- إماهة فحم الكالسيوم CaC_2 الناتج : الشكل (2)

- يحدث بتأثير الماء فيتشكل الأسيلتين C_2H_2 و رائق الكلس $Ca(OH)_2$:



$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 \quad -139KJ$$

- هذا التفاعل ناشر للحرارة و يتطلب مراقبة شديدة لدرجة الحرارة لتفادي تفكك الأسيتلين الناتج .
- يدخل فحم الكالسيوم CaC_2 بواسطة نقالة آلية داخل أسطوانة أفقية مثقوبة، يبخ الماء داخل الأسطوانة فيحدث تفاعل الإماهة. يوجه غاز الأسيتلين الناتج نحو برج الغسل أين يرش عليه الماء لتخليصه من الغبار العالق به، أما رائق الكلس ينقل خارج الأسطوانة نحو حوض استقبال.
- يبرد الأسيتلين حتى ($-10°C$) لتكثيف الماء و يوجه داخل برج الامتصاص أين تمتص أثار الماء بواسطة محلول مخفف من حمض الكبريتات H_2SO_4 ، ثم تتم تنقيته من الشوائب في برج آخر بواسطة محلول من هيبوكلوريت الصوديوم $NaClO$.
- يضغط ثم يبرد حتى $0\ °C$ للتخلص مرة أخرى من آثار الماء و يخرج جاهز للتسويق نسبة الرطوبة فيه أقل من $0.4\ \%$.
- هذه الطريقة تحتاج الى التعامل مع كميات كبيرة من مواد صلة (الفحم الحجري و الكلس) و تستهلك كمية كبيرة من الطاقة باعتبار أن التفاعل ماص للحرارة و بالتالي فهي غير محبذة اقتصاديا .



الشكل(2) : تصنيع الأسيتيلين انطلاقا من فحم الكالسيوم

2.2 - التفكك الحراري للميثان CH_4 : (Pyrolyse Oxydante)

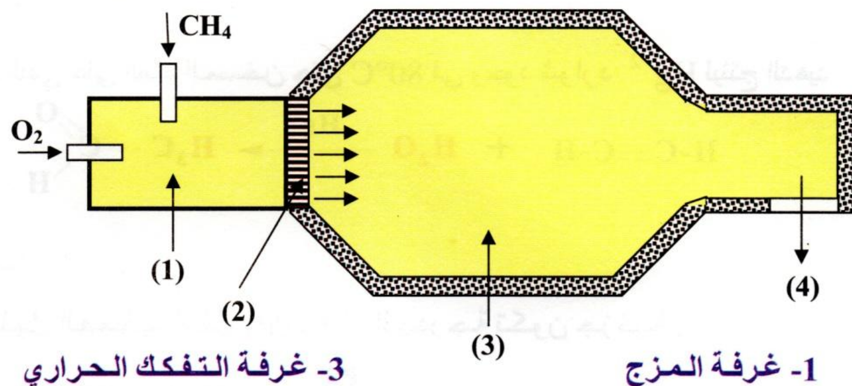
- هذه الطريقة هي الأكثر استعمالا حاليا لكنوها أقل استهلاكا للطاقة و لكون الميثان أقل تكلفة .
- ينتج الأسيتلين عن تفكك الميتان CH_4 عند درجة حرارة أكبر من 1300 °C بطريقة الق7وس الكهربائي :



$$2\,CH_4 \longrightarrow C_2H_2 + 3\,H_2 + 376\ KJ$$

- يستخدم الأكسيجين O_2 ليؤكسد جزءا من الميتان CH_4 المستعمل و تستغل الحرارة الناتجة من هذا التفاعل لتحقيق التفكك الحراري للجزء الآخر من الميتان : الشكل (3) :

الشكل 3 : التحطيم الحراري المؤكسد للميثان



1- غرفة المزج
3- غرفة التفكك الحراري
2- غرفة الاحتراق (Bruleur)
4- إلى التسقية (La trempe)

- يمزج الميتان CH_4 مع الأكسيجين O_2 بنسبة 1.6 إلى 2 في الغرفة (1) وتكون درجة الحرارة ما بين 400 °C – 600°C ثم يحرق المزيج في الغرفة (2) حسب التفاعلات التالية :



$$CH_4 + \frac{1}{2}\,O_2 \longrightarrow CO + 2\,H_2$$



$$CH4 + 2\,O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O$$

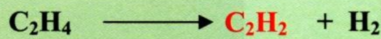
- يرسل الميتان المتبقي إلى غرفة التفكك الحراري(3) حيث يتم تثبيت الحرارة ما بين1500°C -1300°C حسب التفاعل التالي :



$$2\,CH_4 \longrightarrow C_2H_2 + 3\,H_2 + 376\ KJ$$

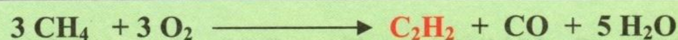
- لمنع تفكك الأسيتلين C_2H_2 الناتج يتم تبريده بسرعة إلى حوالي 300°C بعملية **التسقية(La trempe)**

3.2- نزع الهيدروجين H_2 من الأيتيلين C_2H_2 :



$$C_2H_4 \longrightarrow C_2H_2 + H_2$$

4.2- بالإحتراق الجزئي للميثان CH_4 عند 1500 °C :



$$3\,CH_4 + 3\,O_2 \longrightarrow C_2H_2 + CO + 5\,H_2O$$

3- بعض تفاعلات الأسيتلين :

1.3- تفاعل الاحتراق :

يحترق الأسيتلين بشدة مع الأكسجين ، التفاعل ينشر حرارة كبيرة قدرها 1300 KJ/mol.
يستفاد من هذه الحرارة في الحملاج الأكسي أسيتليني لتلحيم المعادن وقصها.

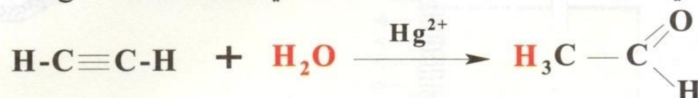


$$2\,C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O \quad - \quad 2600KJ$$

2.3- تفاعلات الضم :

أ- ضم الماء :

يمرر الأسيتلين النقي على الماء المسخن حتى 80°C في وجود شوارد Hg^{+2} لينتج الدهيد



$$H\text{-}C\equiv C\text{-}H + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} H_3C-C\begin{matrix}{=}O\\ \backslash H\end{matrix}$$

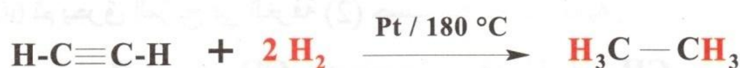
ب- ضم الهيدروجين:

بوجود وسيط قليل الفعالية مثل (Pd) فان الهدرجة تكون جزئية :



$$H\text{-}C\equiv C\text{-}H + H_2 \xrightarrow{Pd} H_2C=CH_2$$

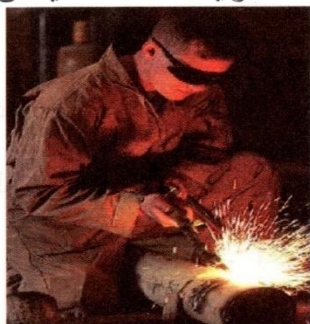
أما بوجود وسيط أكثر فعالية (Ni ، Pt 180°م) فان التفاعل يكون تاما.



$$H\text{-}C\equiv C\text{-}H + 2\,H_2 \xrightarrow{Pt\,/\,180\,°C} H_3C-CH_3$$

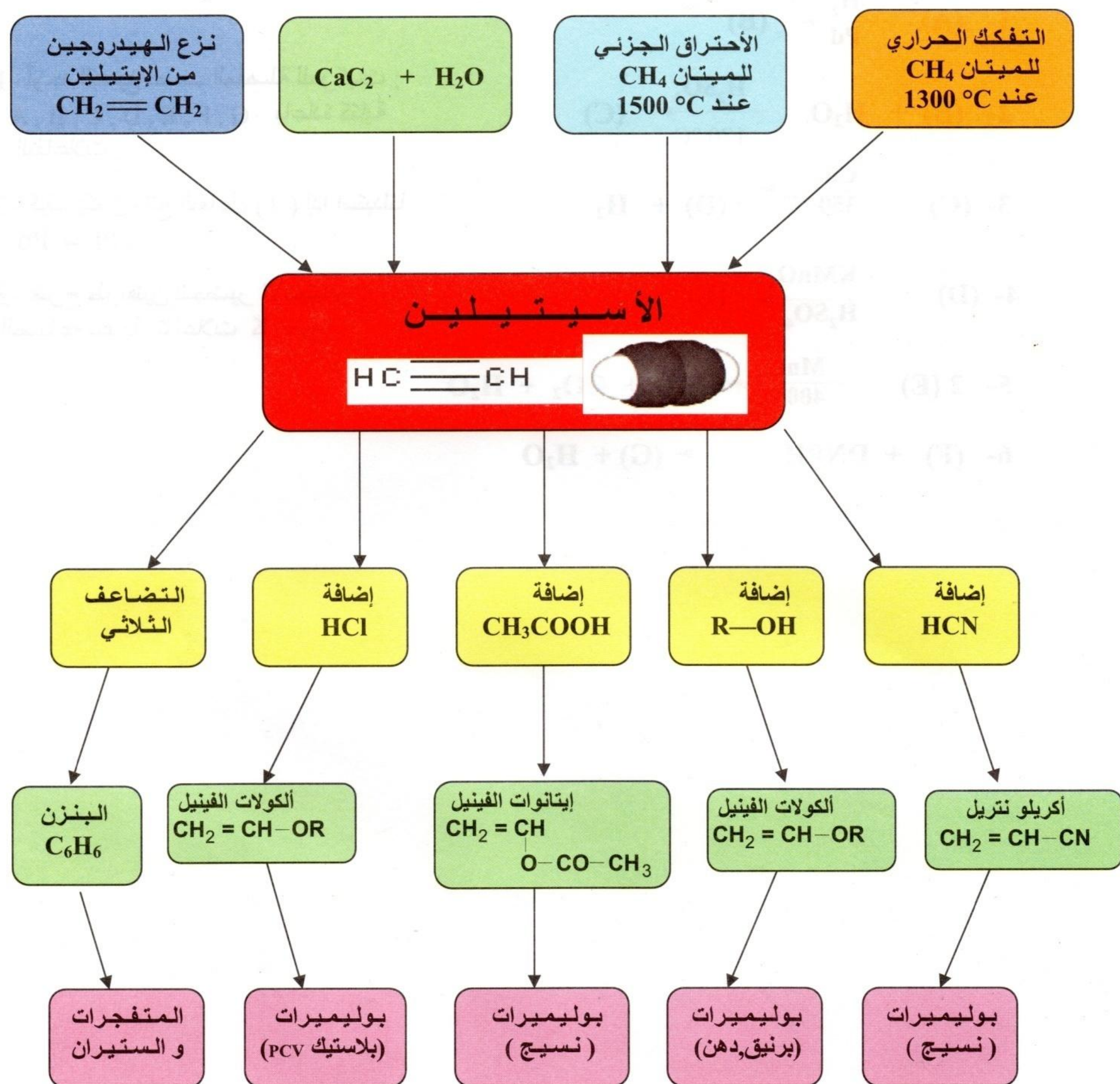
4- أهمية الأسيتلين :

الأسيتلين وقود جيد ، عند احتراقه يعطي حرارة شديدة تستعمل في تلحيم المعادن حتى تحت الماء، وكذلك في مصابيح المناجم (Lampes de carrière) ، كما يعتبر الأسيتلين مادة أولية لصناعة العديد من المركبات العضوية . **الشكل (4)**





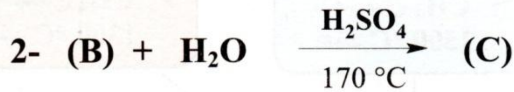
الشكل (4) : أهمية الأسيتلين



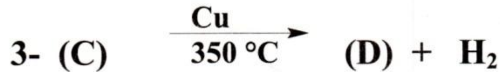
تمرين: انطلاقا من الأسيتيلين (A) نحدث سلسلة من تفاعلات كيميائية هي :



$$1-\ (A)\ \xrightarrow[Pd]{H_2}\ (B)$$



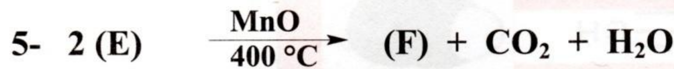
$$2-\ (B) + H_2O\ \xrightarrow[170\ °C]{H_2SO_4}\ (C)$$



$$3-\ (C)\ \xrightarrow[350\ °C]{Cu}\ (D) + H_2$$



$$4-\ (D)\ \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4}\ (E)$$



$$5-\ 2\,(E)\ \xrightarrow[400\ °C]{MnO}\ (F) + CO_2 + H_2O$$



$$6-\ (F) + DNPH \longrightarrow (G) + H_2O$$

1- أوجد الصيغ نصف المفصلة للمركبات : G , F , E , D , C , B , A باعادة كتابة التفاعلات .

2- كيف يكون ناتج التفاعل (1) إذا استبدلنا Pd بـ Pt .

3- اقترح طريقتين لتحضير الأسيتيلين في الصناعة بكتابة تفاعلات كل طريقة .

الوظيفة	الصيغة العامة	المجموعة الفعالة	التسمية النظامية	أمثلة
كحول	$C_nH_{2n+2}O$	$-\overset{\mid}{\underset{\mid}{C}}-OH$	ألكان- رقم- ول Alcan-x-ol	$CH_3-CHOH-CH_3$ بروبان-2- ول
ألدهيد	C_nH_{2n}	$-C(=O)-H$	الكانال Alcanal	$CH_3-CH(CH_3)-CHO$ 2 - ميتيل بروبانال
سيتون		$-C(=O)-$	الكان – رقم – ون Alcan-x-one	$CH_3-CO-(CH_2)_2-CH_3$ بنتان-2- ون
حمض كربوكسيلي	$C_nH_{2n}O_2$	$-C(=O)-OH$	حمض ألكانويك Acide alcanoique	$CH_3-(CH_2)_2-COOH$ حمض البوتانويك
أستير		$-C(=O)-O-$	ألكانوات الألكيل Alcanoate d'alkyl	$CH_3-CO-O-CH_3$ ايتانوات الميتيل

تمارين تطبيقية

التمرين (1) :

1- بتفاعل 6.7 g من كحول (A) مع 5.4 g من حمض الأيتانويك CH_3COOH بوجود H_2SO_4 نتحصل على 9.10^{-3} mol من أستير (B) . علما أن المزيج حمض – كحول متساوي المولات :

أ- أوجد الصيغة الجزيئية العامة للكحول (A) .

ب- مثل كل الصيغ نصف المفصلة الممكنة للكحول (A) و أعط اسم وصنف كل منها .

ج- احسب مردود تفاعل الأسترة الحادث و استنتج صنف الكحول (A) و صيغته نصف المفصلة الحقيقية .

د- اكتب معادلة تفاعل الأسترة .

2- حذف الماء من الكحول (A) في الطور السائل يؤدي إلى ألسن (C) .

أ- ما هي شروط هذا التفاعل ؟

ب- أعط الصيغة نصف المفصلة للألسن (C) بكتابة معادلة التفاعل الحادث .

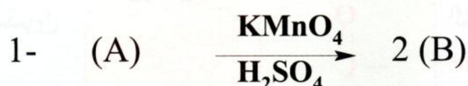
3- أكسدة الألسن (C) بوجود AgO عند 200°C يعطي مركب (D) الذي هو عديم الأستقرار بوجود الماء إذ يتحول بسرعة إلى مركب (E) .

- أكتب معادلات تشكيل المركبين (D) و (E) موضحا صيغهما نصف المقصلة .

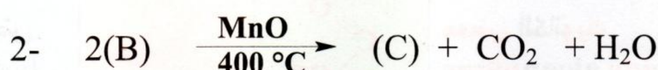
التمرين (2) :

1- لدينا السن (A) صيغته العامة C_4H_8 و يمتاز بتماكب هندسي .
- أوجد الصيغة نصف المفصلة لهذا الألسن و مثل متماكباته الهندسية .

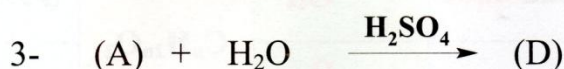
2- انطلاقا من الألسن (A) ننجز سلسلة من تفاعلات كيميائية هي :



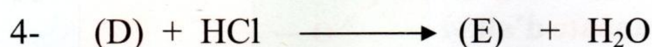
$$1-\quad (A) \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} 2\,(B)$$



$$2-\quad 2(B) \xrightarrow[400\,°C]{MnO} (C) + CO_2 + H_2O$$



$$3-\quad (A) + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} (D)$$



$$4-\quad (D) + HCl \longrightarrow (E) + H_2O$$

أ- اوجد الصيغ نصف المفصلة للمركبات : E , D , C , B بإعادة كتابة التفاعلات .

ب- ماذا يعطي المركب (C) مع الـ DNPH و مع كاشف طولنس .

ج- اذا كان المركب (F) متماكب وظيفي مع المركب (C) اعطي صيغته نصف المفصلة .

ماذا يعطي هذا المركب مع الكاشفين DNPH و طولنس .

د- ما نوع التماكب الفراغي الذي يمتاز به المركب (D) ؟ برر اجابتك . مثل متماكباته الفراغية .

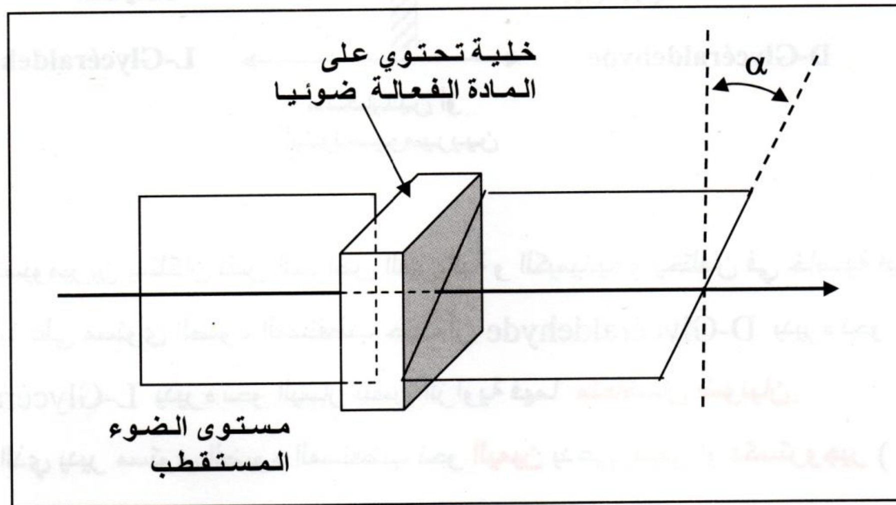
النشاط الضوئي

تمهيد:

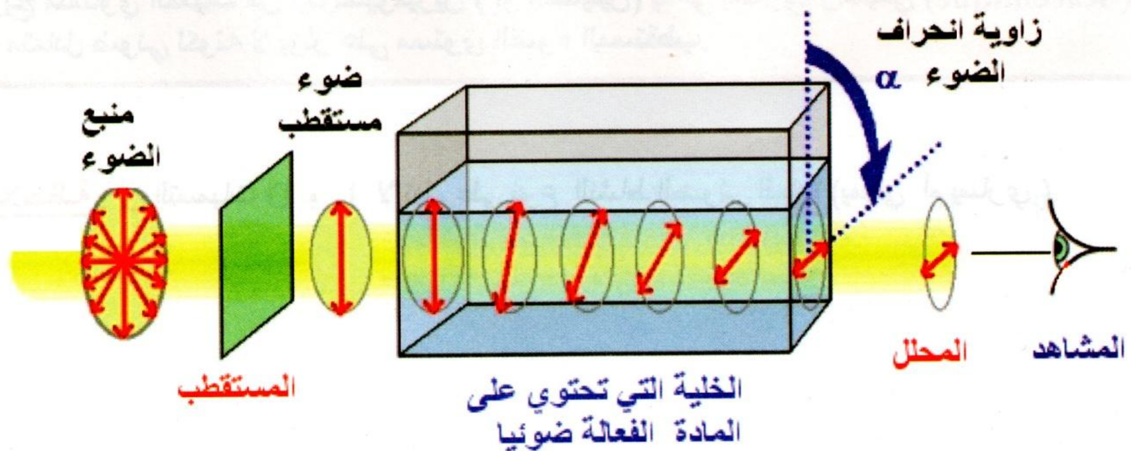
النشاط الضوئي أو الفعالية الضوئية خاصية فيزيائية تتميز بها الجزيئات العضوية التي تمتلك صفة الكيرالية من بينها الجزيئات التي تمتلك كربون غير متناظر *C

1- تعريف النشاط الضوئي: (Activité Optique)

يمثل النشاط الضوئي لمادة قدرتها على تحريف مستوى الضوء المستقطب نحو اليمين (+) أو نحو اليسار (-) بزاوية α تدعى بالقدرة الدورانية (Pouvoir rotatoire)

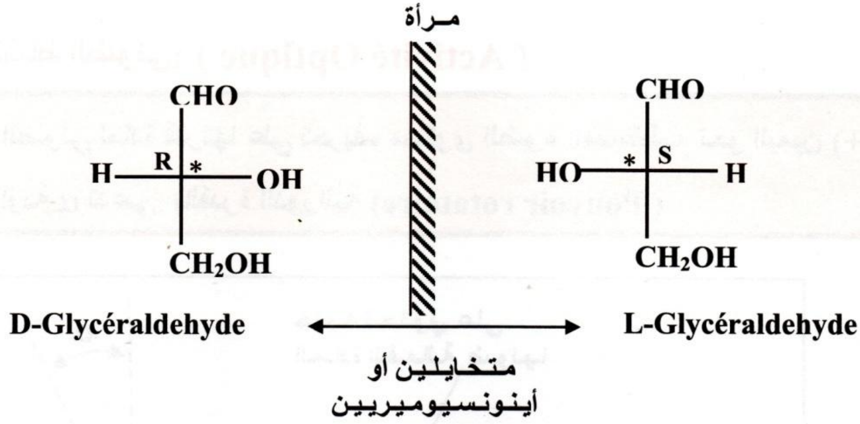


لكي يكون جزيء نشط أو فعال ضوئيا يجب أن يكون كيرالي (لا ينطبق مع صورته في المرآة)



2- المتماكبات الضوئية :

- كل جزيء كيرالي نشط ضوئيا لذلك تدعى متماكباته الفراغية **بالمتماكبات الضوئية**
- نعتبر المتماكبات الضوئية لجزيء الغليسرالدهيد :



- هذين الإينونسيوميرين يمتلكان نفس الخواص الفيزيائية و الكيميائية و يختلفان في خاصية فيزيائية واحدة وهي تأثيرهما على مستوى الضوء المستقطب حيث أن D-Glycéraldehyde يديره نحو اليمين بينما L-Glycéraldehyde يديره نحو اليسار بنفس الزاوية فهما **متعاكسان ضوئيان.**
- الإيزومير الذي يدير مستوى الضوء المستقطب نحو **اليمين** يدعى **يميني** أو **دكستروجير** (Dextrogyre) و يرمز له (+) .
- الإيزومير الذي يدير مستوى الضوء المستقطب نحو اليسار يدعى **يساري** أو **ليفوجير**(Levogyre) و يرمز له (-) .

مزيج متساوي الكميات من أينونسيوميرين (أو متخايلين) يدعى بالمزيج راسيمي (Racémique) أو متعادل ضوئي لكونه لا يؤثر على مستوى الضوء المستقطب.

ملاحظة : إن التسميات D و L لا تدل على نوع النشاط الضوئي للمادة (يميني أم يساري).

3- علاقة بيوت : (Biot)


جهاز البولاريمتر

القدرة الدورانية α لمادة نشطة ضوئيا مرتبطة بتركيزها (C) بعلاقة بيوت (Biot) :

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^{t} .d.C$$

C : تركيز المادة النشطة ضوئيا (g / mL ou g / cm^3)

d : المسافة التي يقطعها الضوء المستقطب داخل محلول المادة النشطة ضوئيا (الدسيمتر: dm) .
و هي تمثل طول خلية البولاريمتر التي تملأ بالمادة النشيطة ضوئيا .


خلية البولاريمتر

α : زاوية انحراف الضوء المستقطب بعد عبوره محلول المادة النشطة ضوئيا (°) . يمكن قياسها بجهاز خاص يدعى بالبولاريمتر Polarimètre

$[\alpha]_{\lambda}^{t}$: القدرة الدورانية النوعية ($\frac{°.mL}{g.dm}$) و هي تتعلق بـ : .

- نوع المادة الفعالة ضوئيا .
- نوع المذيب المستعمل .
- درجة الحرارة t (تؤخذ عادة 25°C).
- طول موجة λ الضوء المستعمل . في حالة الضوء الصادر من الصوديوم يرمزله D و طول موجته λ=5890A°

أمثلة : - بالنسبة للسكر D- غلوكوز : $[\alpha]_{D}^{20} = +52.7 \frac{°.mL}{g.dm}$

- بالنسبة للسكر D - فركتوز : $[\alpha]_{D}^{20} = -92.4 \frac{°.mL}{g.dm}$

- بالنسبة لسكر السكاروز : $[\alpha]_{D}^{20} = +66.5 \frac{°.mL}{g.dm}$

تمارين تطبيقية

التمرين(1) : نحضر محلولا من سكر الغلوكوز بإذابة **5 g** منه في $100\ cm^3$ من الماء المقطر .
إذا كانت القدرة الدورانية لهذا المحلول $\alpha = +7.8\ °$ في أنبوب طوله $d = 30\ cm$
أوجد القدرة الدورانية النوعية $[\alpha]_D^{20}$ لهذا السكر .

التمرين(2) : إذا كانت القدرة الدورانية لمحلول من غلوكوز $\alpha = +5.2\ °$ عبر أنبوب طوله $d = 15\ cm$

احسب تركيز هذا المحلول بـ g/L و mol/L علما أن $[\alpha]_D^{20} = +52\ \dfrac{°.mL}{g.dm}$

التمرين(3) : احسب القدرة الدورانية α لمحلول من سكر الفركتوز تركيزه المولي $C = 0.2\ mol/L$

لدينا : $[\alpha]_D^{20} = -92\ \dfrac{°.mL}{g.dm}$ و $d = 10\ cm$.

السكريات

مقـدمة :

- السكريات مركبات عضويـة طبيعيـة تتواجد في النباتات التي تقوم بتركيبها انطلاقا من CO_2 وH_2O، و هي مركبات ذات أهمية كبيرة من نواحي متعددة فهي من المواد الرئيسية التي تعتمد عليها كثير من الكائنات الحية في الحصول على الطاقة اللازمة لها.

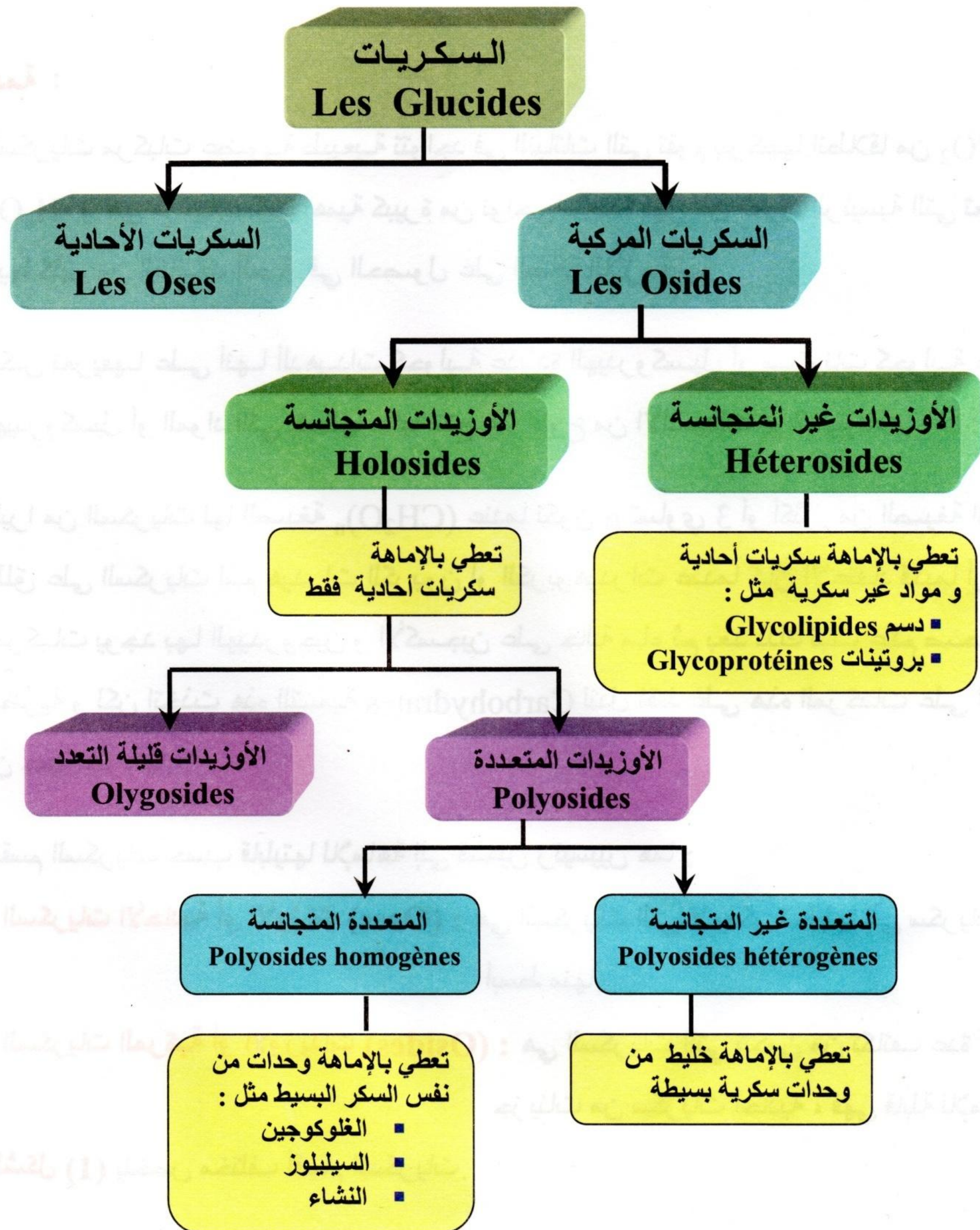
- يمكـن تعريفهـا علـى أنهـا ألدهيـدات كحوليـة عديـدة الهيدروكسـيل أو سـيتونات كحوليـة عديـدة الهيدروكسيل أو المواد التي بتحللها مائيا تنتج هذا النوع من الألدهيدات أو السيتونات.

- كثيرا من السكريات لها الصيغة $(CH_2O)_n$ عندما تكون n تساوي 3 أو أكثر. من الصيغة السابقة أطلق على السكريات اسم هيدرات الكربـون أو الكربوهيدرات عندما كـان الاعتقاد قديما أن هذه المركبات يوجد بها الهيدروجين و الأكسجين على حالة ماء ثم بعد ذلك ثبت عدم صحة هذه النظرية و لكن اتخذت هذه التسمية Carbohydrates لتدل فقط على هذه المركبات على الرغم من خطأ نظريتها.

- تنقسم السكريات حسب قابليتها للإماهة إلى قسمين رئيسيين هما :
  - **السكريات الأحادية أو الأوزات (Oses) :** هي السكريات التي لا يمكن تحليلها إلى سكريات أبسط منها.
  - **السكريات المركبة أو الأوزيدات (Osides) :** هي السكريات التي تتكون من تكاثف عدة جزيئات من سكريات أحادية ، فهي قابلة للإماهة.

- **الشكل (1)** يلخص مختلف أقسام السكريات.

الشكل(1) : مختلف أقسام السكريات



أولا : السكريات الأحادية Monosaccharides



1- تعريف السكريات الأحادية :

و هي التي لا يمكن تحليلها مائيا إلى سكريات أبسط منها و تسمى أحيانا بالسكريات البسيطة و تختلف فيما بينها في عدد ذرات الكربون التي يحتويها الجزيء ، و في احتوائها إما على مجموعة ألدهيدية أو على مجموعة سيتونية و تكون بصفة عامة ذات تركيب $C_nH_{2n}O_n$ حيث $3 < n < 9$

2- تصنيف السكريات الأحادية :

- يتم تصنيفها حسب **عدد ذرات الكربون** التي تدخل في تركيبها و **نوع الوظيفة الكربونيلية** التي يحتويها الجزيء إلى :
  - **الألدوزات (Aldoses)** : تحتوي جزيئاتها على **وظيفة ألدهيدية** على مستوى الكربون **(C_1)**
  - **السيتوزات (Cétoses)**: تحتوي جزيئاها على **وظيفة سيتونية** على مستوى الكربون **(C_2)**
- الجدول الآتي يوضح كيفية تصنيف السكريات الأحادية تبعا لعدد ذرات الكربون و المجموعة الفعالة التي يحتويها الجزيء:

	عدد ذرات الفحم C	n = 3 Triose	n = 4 Tétrose	n = 5 Pentose	n = 6 Hexose
	الصيغة العامة $C_nH_{2n}O_n$	$C_3H_6O_3$	$C_4H_8O_4$	$C_5H_{10}O_5$	$C_6H_{12}O_6$
الصنف	وظيفة ألدهيدية	ألدوتريوز Aldotriose	ألدوتتروز Aldotétrose	ألدوبنتوز Aldopentose	ألدوهكسوز Aldohexose
	وظيفة سيتونية	سيتوتريوز Cétotriose	سيتوتتروز Cétotétrose	سيتوبنتوز Cétopentose	سيتوهكسوز Cétohexose

تعتبر الهكسوزات أهم السكريات الأحادية من وجهة النظر الغذائية و الفزيولوجية، وغالبية المواد الغذائية السكرية تتكون من الهكسوزات حرة أو متحدة على صورة سكريات ثنائية أو متعددة .

ومن أهم الألدوهكسوزات الغلوكوز، الغلاكتوز، المانوز وهي كثيرة الانتشار في المواد الغذائية. أما السيتوهكسوزات فأهمها الفركتوز ويوجد على صورته الحرة في الفاكهة.

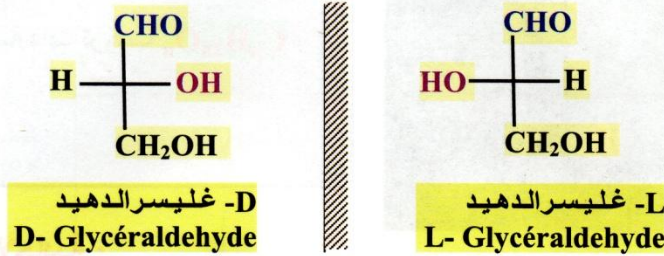
ويلاحظ أن النوع D من جميع السكريات الأحادية هو المنتشر في الطبيعة.

3- البنية الخطية للسكريات الأحادية :

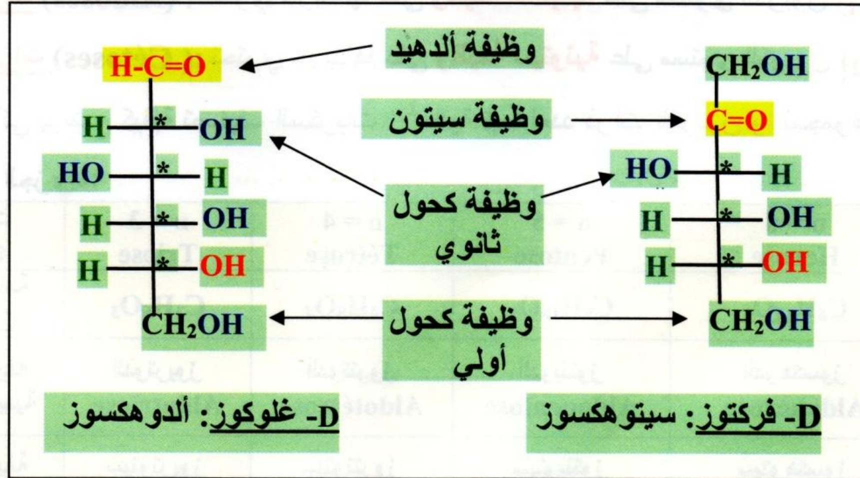
تختلف السكريات التي بها نفس العدد من ذرات الكربون في توزيع الذرات و المجموعات في الفضاء حول لموضع غير المتناظر في الجزيء و لذلك لا تفي الصيغ الكيميائية المعروفة للمركبات في إبراز الاختلافات بين المتماكبات .

فقد وضع اميل فيشر (Emile Fischer) طريقة لكتابة صيغ بنائية تعبر عن مسقط (Projection) النماذج المجسمة للمركبات و توضح فيها الاختلافات في التوزيع الفضائي باختلاف كتابة الذرات و المجموعات إلى اليمين أو اليسار لذرة الكربون غير المتناظرة باعتبار المجموعة الفعالة (ألدهيد أو سيتون) من أعلى.

و فيما يلي التوزيع الفضائي للذرات في المتماكبين الضوئيين للغليسرالدهيد بطريقة فيشر:

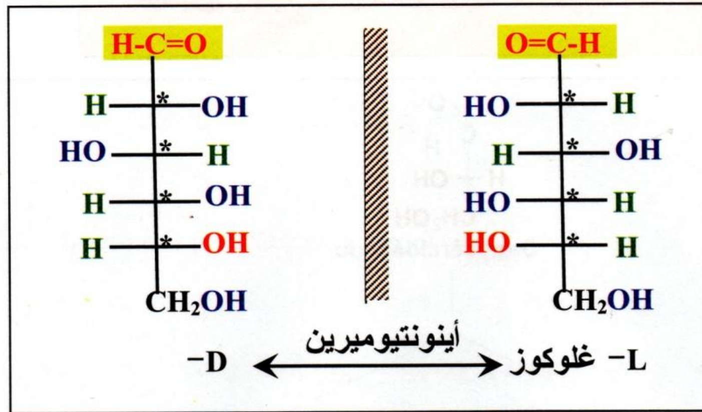


يعتبر سكر الغلوكوز (Glucose) و سكر الفركتوز (Fructose) أمثلة نموذجية للألدوزات و السيتوزات نظرا لكثرة تواجدهما في الطبيعة.

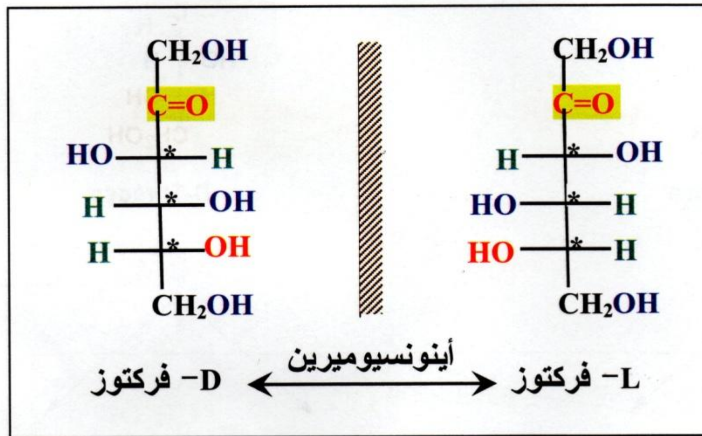


كل سكر بسيط له **مماكبين ضوئيين** أو **اينونتيوميريين** أحدهما من النوع **D** والثاني من النوع **L** .

• **بالنسبة لسكر الغلوكوز:**



• **بالنسبة لسكر الفركتوز:**



يتميز كل سكر **ألدوهكسوز** مثل الغلوكوز بـ 16 متماكبا فراغيا ,8 من النوع D و 8 من النوع L :

$6C \rightarrow 4C^* \rightarrow 2^4 = 16$ isomères

بصفة عامة :

$n\,C \rightarrow (n-2)\,C^* \rightarrow 2^{(n-2)}$ isomères

يتميز كل سكر **سيتوهكسوز** مثل الفركتوز بـ 8 متماكبات فراغية ,4 من النوع D و 4 من النوع L :

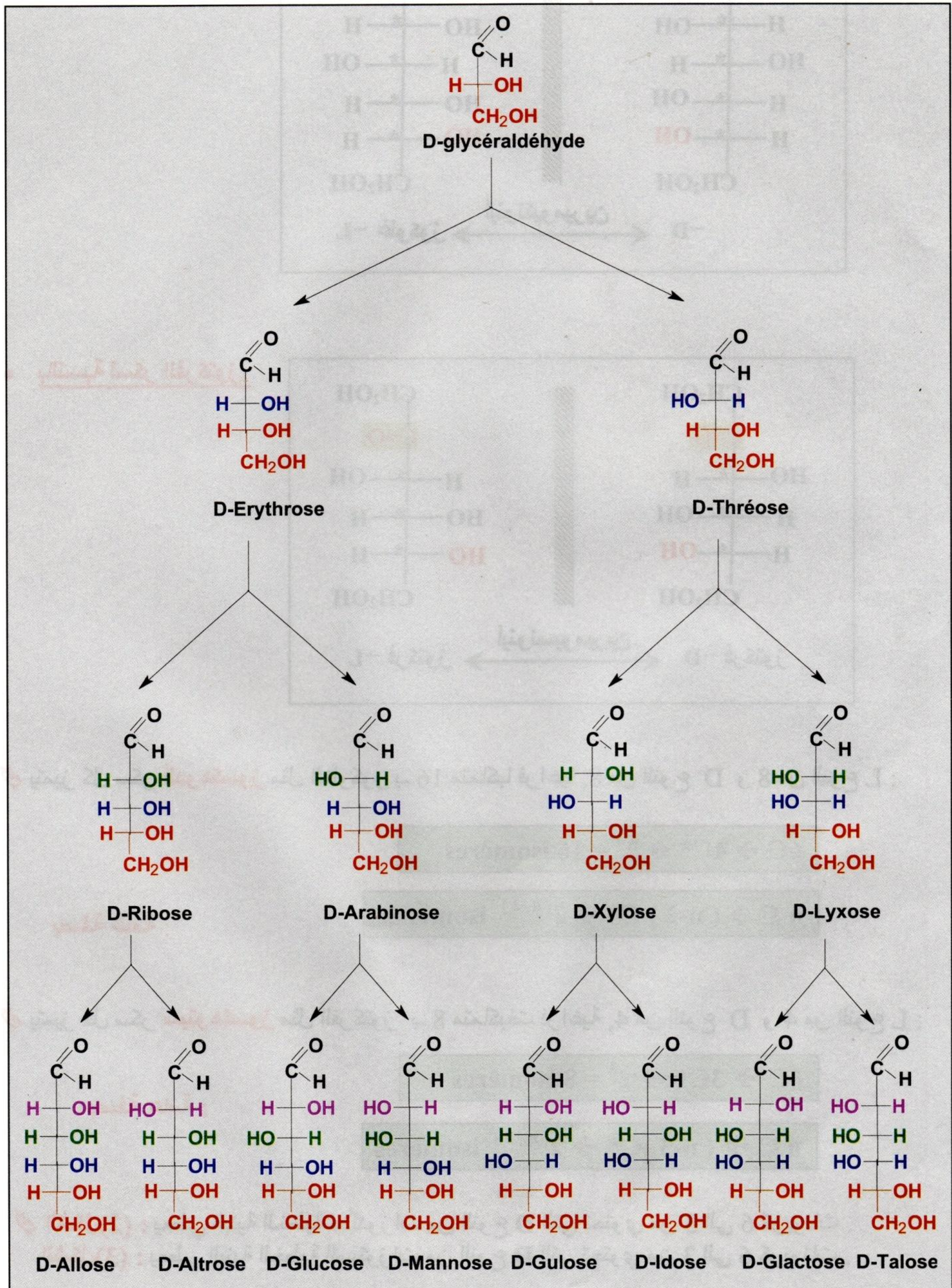
$6C \rightarrow 3C^* \rightarrow 2^3 = 8$ isomères

بصفة عامة :

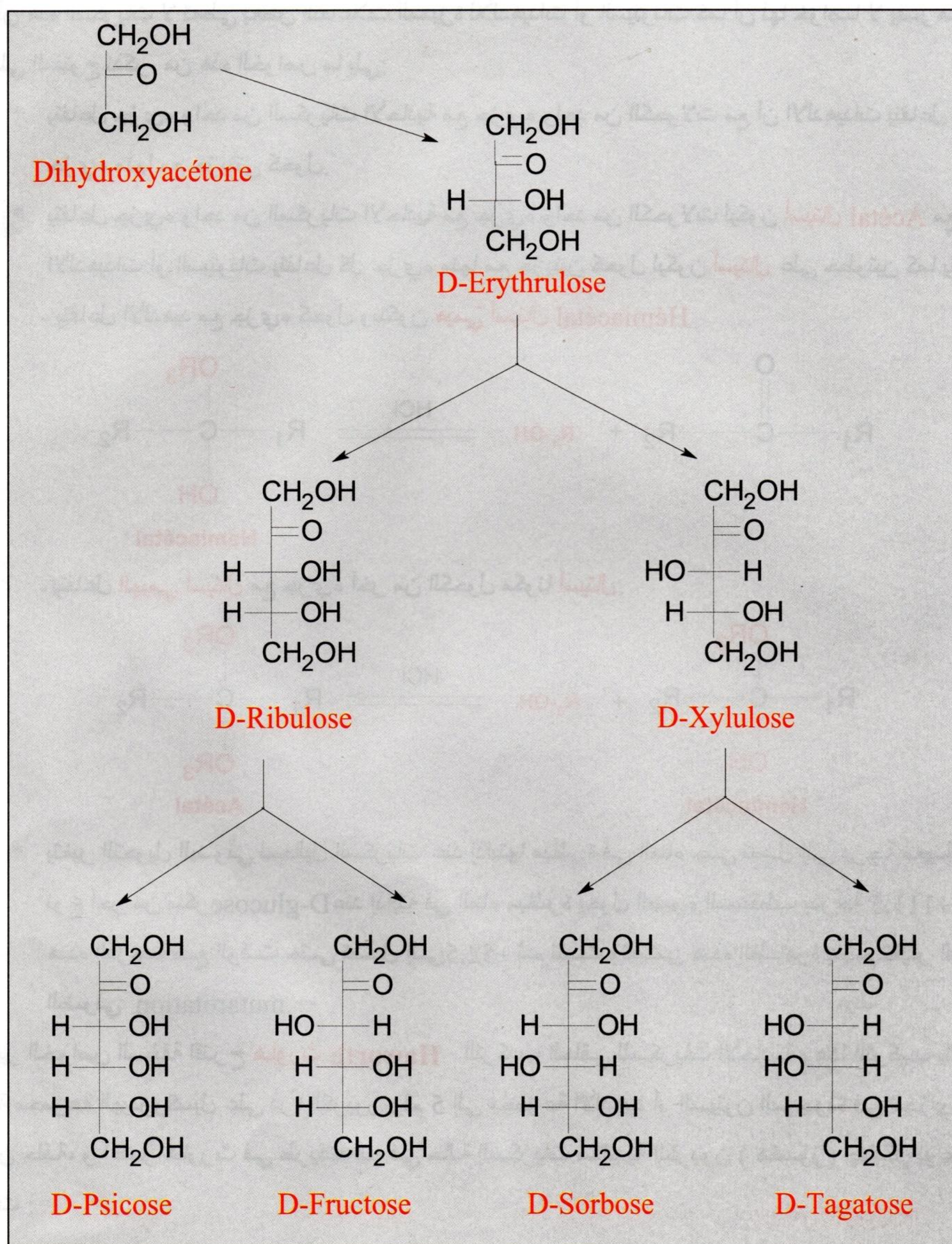
$n\,C \rightarrow (n-3)C^* \rightarrow 2^{(n-3)}$ isomères

الشكل(2) : يعطي البنية الخطية للألدوزات من النوع **D** التي تحتوي من 3 الى 6 كربونات .
الشكل(3) : يعطي البنية الخطية للسيتوزات من النوع **D** التي تحتوي من 3 الى 6 كربونات .

الشكل(2) : البنية الخطية للألدوزات من النوع D



الشكل(3) :البنية الخطية للسيتوزات من النوع D

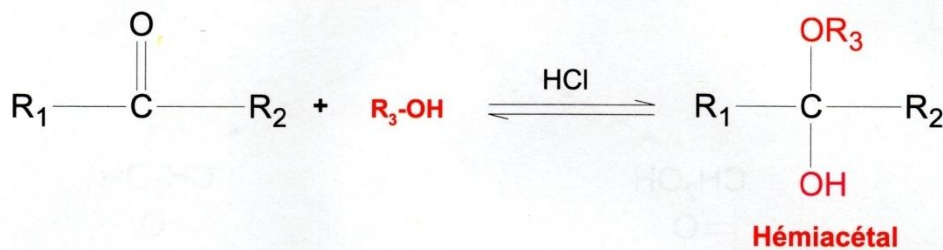


4 - البنية الحلقية للسكريات الأحادية:

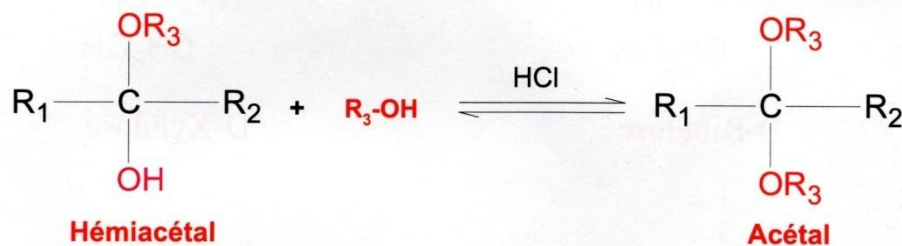
يتطلب التركيب ذو السلسلة المفتوحة للسكريات الأحادية وجود مجموعة ألدهيدية أو سيتونية على الحالة الحرة، ولكن وجد أن هذه السكريات لا تعطي بعض التفاعلات المميزة للألدهيدات أو السيتونات كما أن لها خواصا لا يفسرها البناء السلسلي المفتوح نذكر من هذه الخواص ما يلي:

* يتفاعل جزيء واحد من السكريات الأحادية مع جزيء واحد من الكحولات مع أن الألدهيدات يتفاعل كل جزيء منها مع جزيئتي كحول.
* يتفاعل جزيء واحد من السكريات الأحادية مع جزيء واحد من الكحولات ليكون أسيتال Acétal مع أن الألدهيدات أو السيتونات يتفاعل كل جزيء منها مع جزيئين كحول ليكون أسيتال على خطوتين كما يلي:

- يتفاعل الألدهيد مع جزيء كحول ويتكون هيمي أسيتال Hémiacétal

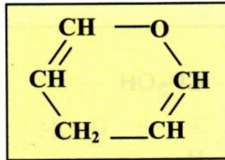


- يتفاعل الهيمي أسيتال مع جزيء آخر من الكحول مكونا أسيتال.



* يتغير التحويل الضوئي لمحاليل السكريات عند إذابتها مباشرة في الماء حتى تصل إلى درجة معينة فيوجد نوع آخر من سكر D-glucose عند إذابته في الماء مباشرة يحول الضوء المستقطب بدرجة 111.5+ ثم تقل هذه الدرجة مع الوقت حتى تصل إلى 52.5+ ثم تثبت وتسمى هذه الظاهرة باسم تغير التحويل الضوئي mutarotation.

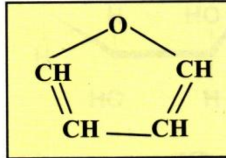
لتفسير الخواص السابقة اقترح هاورث **Haworth** التركيب الحلقي للسكريات الأحادية وهذا التركيب ينتج من إضافة مجموعة الهيدروكسيل على ذرة الكربون رقم 5 إلى مجموعة الألدهيد أو السيتون الموجودة في الجزيء نفسه لتتكون حلقة، و اعتبر هاورث في طريقته أنه في حالة السكريات سداسية الكربون (هكسوز) يتشكل نوعان من الحلقات :



- **حلقة البيرانوز(Pyranose)** : نسبة إلى مركب البيران **Pyrane**

هي حلقة سداسية تتكون بتشكيل جسر أكسيجيني بين C_1 و C_5

في حالة الألدوهكسوزات مثل الغلوكوز .



- **حلقة الفورانوز (Furanose)** : نسبة إلى مركب الفوران **Furane**

هي حلقة خماسية تتكون بتشكيل جسر أكسيجيني بين C_2 و C_5

في حالة السيتوهكسوزات مثل الفركتوز .

للانتقال من البنية الخطية إلى البنية الحلقية في حالة السكريات سداسية الكربون نتبع الخطوات التالية :

1- ترسم الحلقة على أساس أنها في **وضع عمودي** بالنسبة لمستوى **سطح الورقة** .

2- يوضع الجسر الأكسيجيني على **اليمين** في الحلقة و نحو **الخلف** .

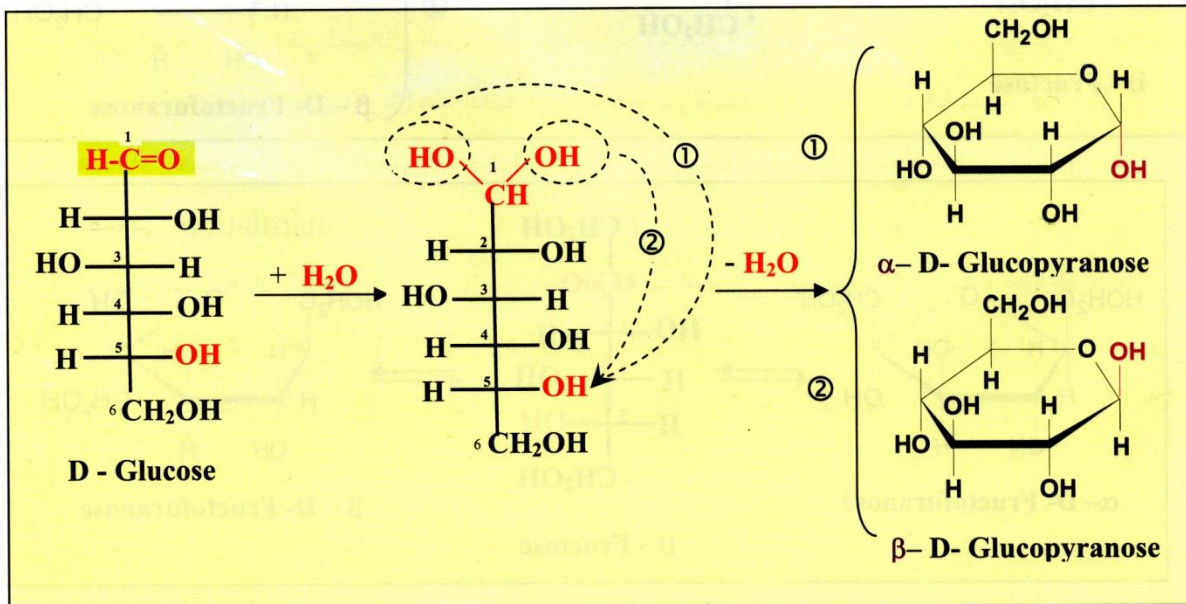
3- توضع المجموعة CH_2OH للفحم C_6 نحو **الخلف** ، **فوق** مستوى الحلقة في حالة سكر من النوع **D** و **أسفل** مستوى الحلقة في حالة سكر من النوع **L** .

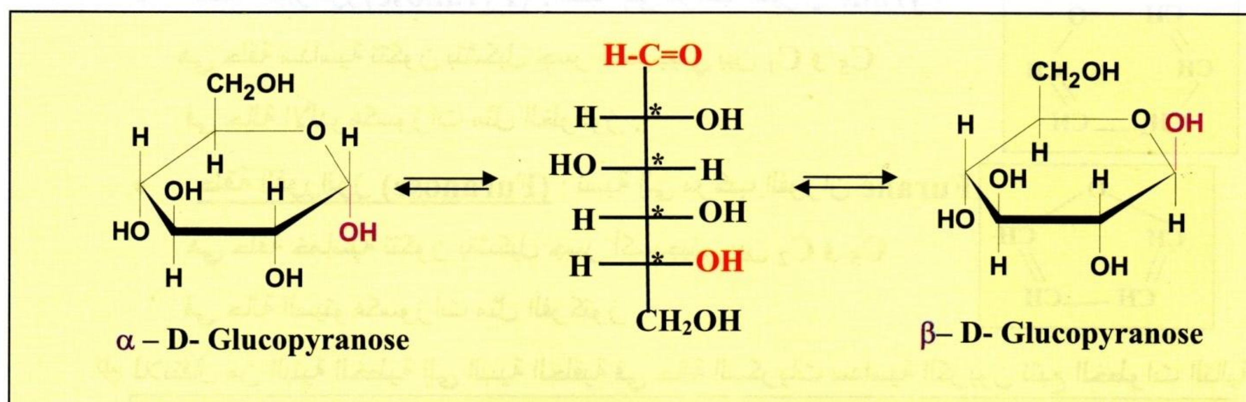
4- كل المجموعات **(OH-)** الموجودة على **اليمين** في البنية الخطية (في تمثيل فيشر) توضع **أسفل** مستوى الحلقة .

5- كل المجموعات **(OH-)** الموجودة على **اليسار** في البنية الخطية (في تمثيل فيشر) توضع **أعلى** مستوى الحلقة .

1-4- البنية الحلقية لسكر الغلوكوز: (سكر من النوع الألدوهكسوز)

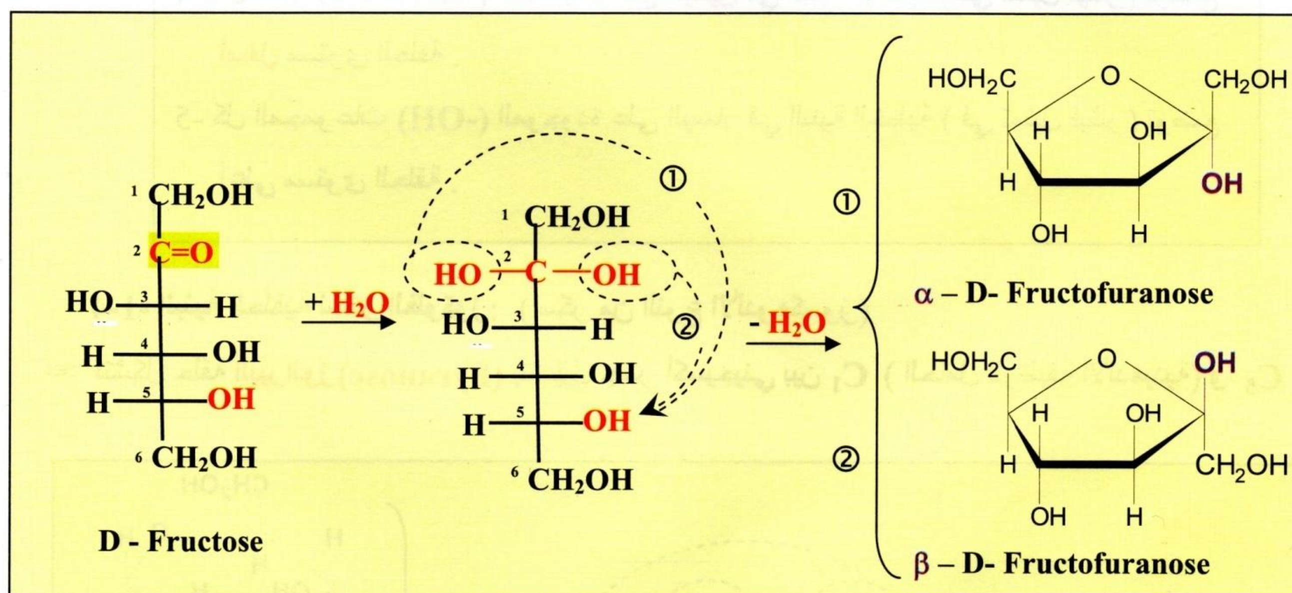
تتشكل حلقة **البيرانوز(Pyranose)** بتشكيل جسر أكسيجيني بين C_1 (الحامل للوظيفة الألدهيدية) و C_5

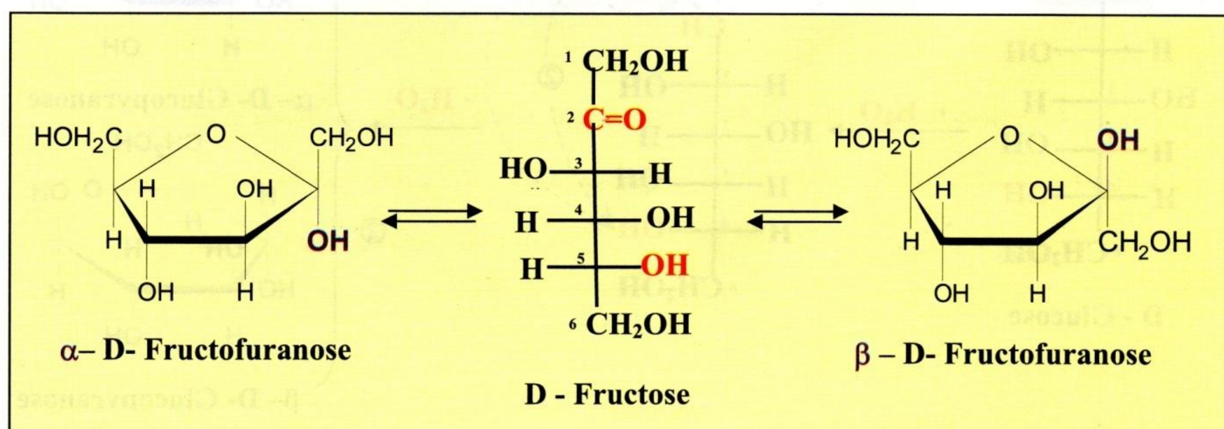




4-2- البنية الحلقية لسكر الفركتوز: (سكر من النوع سيتوهكسوز)

☜ تتشكل حلقة الفورانوز(Furanose) بتشكيل جسر أكسيجيني بين C_2 (الحامل للوظيفة السيتونية) و C_5





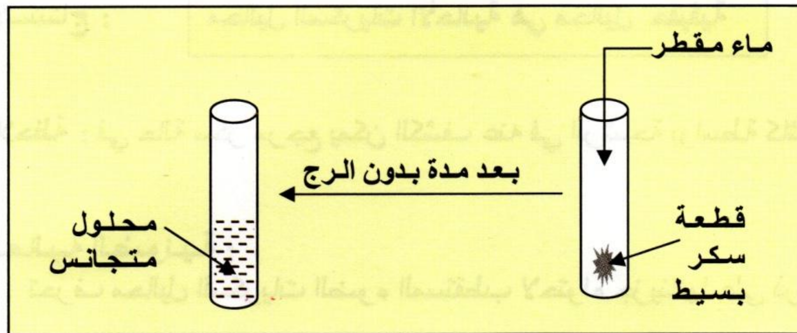
4-3- الاستنتاج :

خلال الانتقال من البنية الخطية إلى البنية الحلقية تتحول ذرة الكربون التي كانت تحمل المجموعة الكربونيلية C_1 للألدوز (الغلوكوز) و C_2 للسيتوز (الفركتوز) إلى ذرة كربون غير متناظرة *C لذا يظهر زوج من متماكبين فراغيين : α و β .

5- الخواص الفيزيائية للسكريات الأحادية:

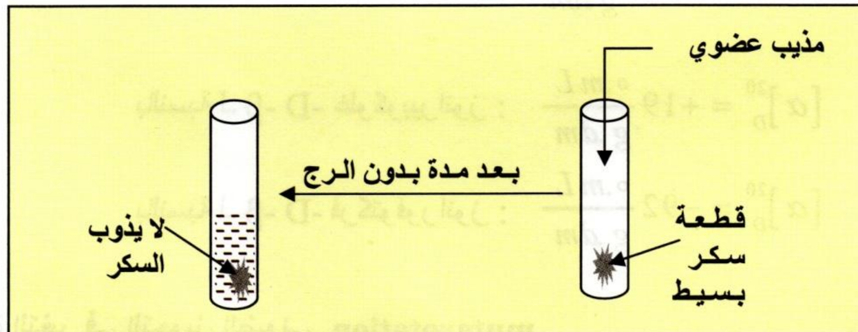
1-5- الذوبان و الانتشار:

*** التجربة1 :**



*** الملاحظة:** تذوب السكريات البسيطة في الماء و يصبح المحلول حلو المذاق.

*** التجربة2 :**



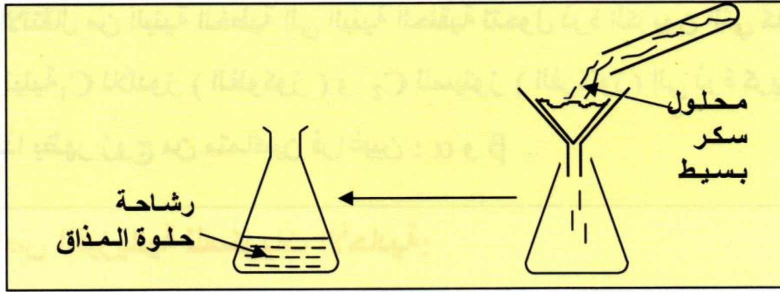
*** الملاحظة:** لا تذوب السكريات البسيطة في المذيبات العضوية.

*** الاستنتاج :**

السكريات الأحادية مواد صلبة عديمة اللون وعادة متبلورة تذوب بسهولة في الماء وبصعوبة في الكحولات ولا تذوب في المذيبات العضوية، ولمحاليلها طعم حلو تختلف درجته باختلاف نوع السكر.

5-2- الترشيح :

*** التجربة :**



*** الاستنتاج :** **محاليل السكريات الأحادية هي محاليل حقيقية**

*** ملاحظة :** في حالة سكر مرجع يمكن الكشف عنه في الرشاحة بواسطة كاشف فهلينغ.

5-3- الفعالية الضوئية :

تحرف محاليل السكريات الضوء المستقطب لاحتواء جزيئاتها على ذرات كربون غير متناظرة *C، فبعضها يحرف الضوء المستقطب إلى اليمين وبعضها يحرفه إلى اليسار. وتقاس درجة التحويل الضوئي بجهاز الاستقطاب Polarimètre .

أمثلة : بالنسبة لـ α- D- غلوكوبيرانوز : $[\alpha]_D^{20} = +111.5 \frac{°.mL}{g.dm}$

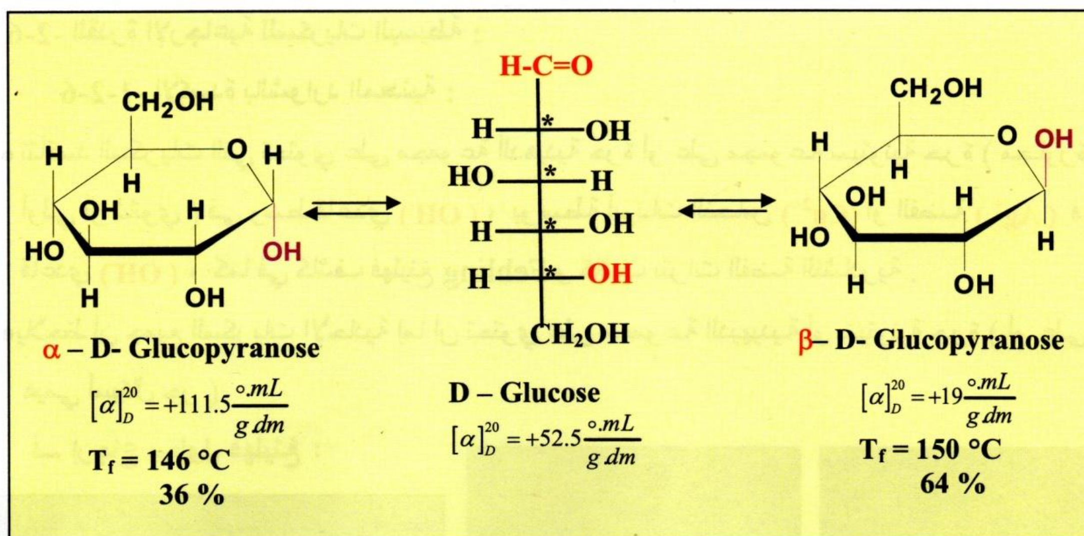
بالنسبة لـ β- D- غلوكوبيرانوز : $[\alpha]_D^{20} = +19 \frac{°.mL}{g.dm}$

بالنسبة لـ β- D- فركتوفورانوز : $[\alpha]_D^{20} = -92 \frac{°.mL}{g.dm}$

5-4-ظاهرة التغير في التحويل الضوئي mutarotation

تتغير درجة انحراف الضوء لمحاليل السكريات الأحادية وبعض السكريات الأخرى بعد إذابتها مباشرة في الماء فسكر D-glucose يوجد منه متشابهان أحدهما ألفا D غلوكوبيرانوز(**α – D- Glucopyranose**) تحويله الضوئي °111.5+ عند إذابته مباشرة في الماء وتقل هذه الدرجة بالوقت حتى تصل إلى°52.5+ ولكن المتماكب بيتا D غلوكوبيرانوز(**β – D- Glucopyranose**) يحرف الضوء بمقدار°19+ عند إذابته مباشرة في الماء،ثم تزداد هذه الدرجة بالوقت حتى تصل إلى °52.5+ وتثبت. وتسمى هذه الظاهرة بالتغير في التحويل الضوئي mutarotation ويفسر ذلك بتحول أحد المتشابهين للسكر (ألفا أو بيتا) إلى المتشابه الآخر عند ذوبانه في الماء حتى يصلا إلى حالة الإتزان بينهما في المحلول.

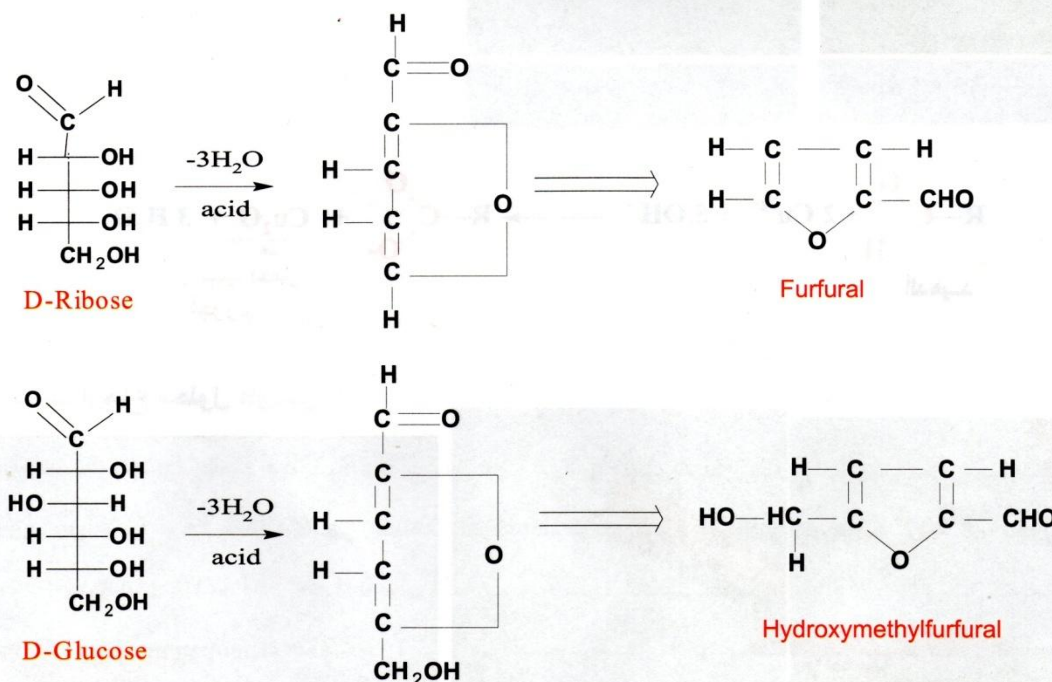
ويتحول أحد المتشابهين للسكر (ألفا أو بيتا) إلى المتشابه الآخر عن طريق انفتاح الحلقة ثم إعادة تكوينها ثانية.



6- الخواص الكيميائية للسكريات الأحادية:

6 -1- نزع الماء

- تتحول سكريات الألدوبنتوزات والألدوهكسوزات إلى الفورفورال أو مشتقاته وذلك عند تسخينها مع حمض قوي مثل حمض كلور الماء أو حمض الكبريت :



- يتفاعل الفورفورال الناتج مع الألفا نفتول ليعطي لون بنفسجي .وهو أساس تفاعل موليش (Molish) وهو تفاعل عام للكشف عن السكريات.
- ويتفاعل الفورفورال أيضا مع الأورسينول (orcinol) ليعطي لونا أخضرا وهو أساس تفاعل بيال Bial للكشف عن سكريات البنتوز.

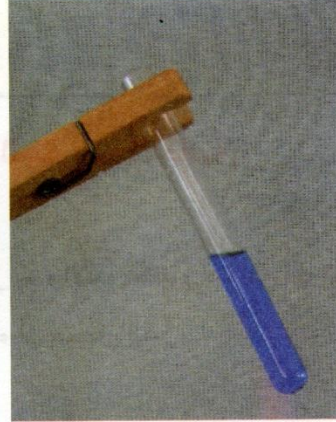
6-2- القدرة الإرجاعية للسكريات البسيطة :

6-2-1- الأكسدة بالشوارد المعدنية :

- تتأكسد السكريات التي تحتوي على مجموعة ألدهيدية حرة أو على مجموعة سيتونية حرة (مجاورة لكحول أولي أو ثانوي) في وسط قاعدي (OH^-) ، بواسطة أيونات النحاس (Cu^{2+}) أو الفضة (Ag^+) في وسط قاعدي (OH^-) ، كما في كاشف فهلينغ Fehling و كاشف نترات الفضة النشادرية .
- يلاحظ أن جميع السكريات الأحادية إما أن تحتوي على مجموعة الديهيدية أو سيتونية حرة (أو على صورة هيمي أسيتال حر).

أ- إرجاع محلول فهلينغ :

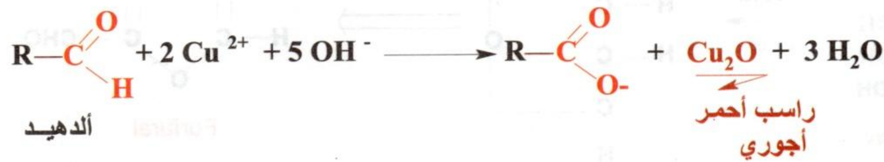
يستعمل كاشف فهلينغ كأساس لاختبار وجود السكريات المرجعة حيث ينتج من الإرجاع أكسيد النحاس الأحادي و هو راسب أحمر أجوري.



غلوكوز + محلول فهلينغ



غلوكوز + محلول فهلينغ + تسخين



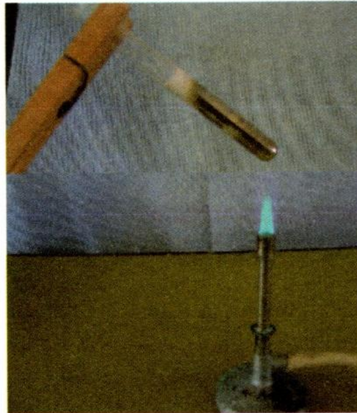
$$R-CHO + 2\,Cu^{2+} + 5\,OH^- \longrightarrow R-COO^- + Cu_2O + 3\,H_2O$$

ب – إرجاع محلول طولنس :

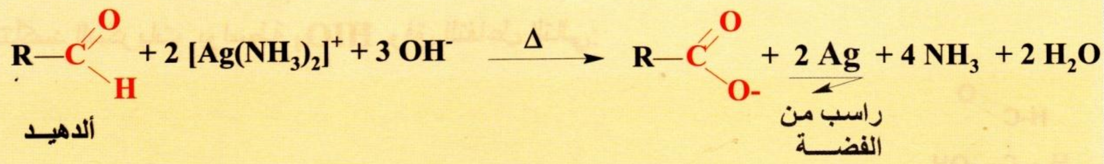
ترجع السكريات الأحادية محلول طولنس (محلول نترات الفضة النشادرية) وتترسب الفضة على جدران أنبوب الاختبار و يتكون ما يسمى بالمرآة الفضية .



غلوكوز + محلول فهلينغ

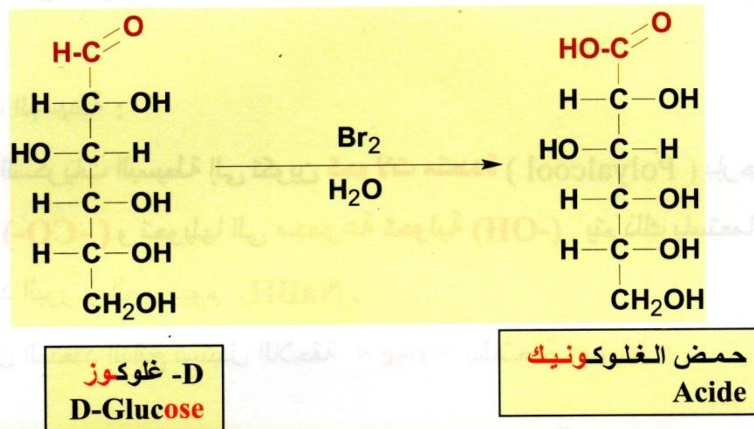


غلوكوز + محلول فهلينغ + تسخين



6-2-2- الأكسدة بالبروم (Br_2) :

- باستعمال محلول مائي من البروم Br_2 يتم أكسدة الزمرة الألدهيدية للسكر و تحويله إلى حمض كاربوكسيلي يدعى **حمض الألدونيك (Acide Aldonique)** .
- لتسمية المركب الناتج تستبدل اللاحقة **" ose "** باللاحقة **" onique "** .

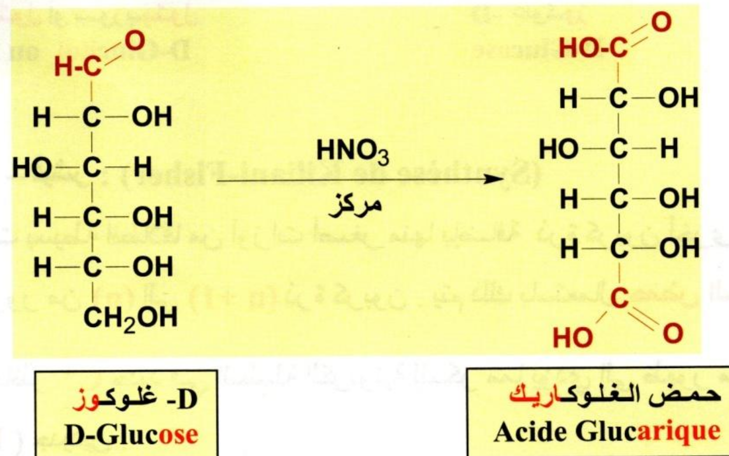


D- غلوكوز
D-Glucose

حمض الغلوكونيك
Acide

6-2-3- الأكسدة بمحلول مركز من HNO_3 :

- باستعمال مؤكسد قوي مثل HNO_3 مركز تحدث أكسدة كل من المجموعة **الألدهيدية** و المجموعة **الكحولية الأخيرة** (الكحول الأولي) ليتشكل **حمض الألداريك** (Acide Aldarique) .
- لتسمية الحمض الناتج تستبدل اللاحقة **" ose "** باللاحقة **" arique "** .

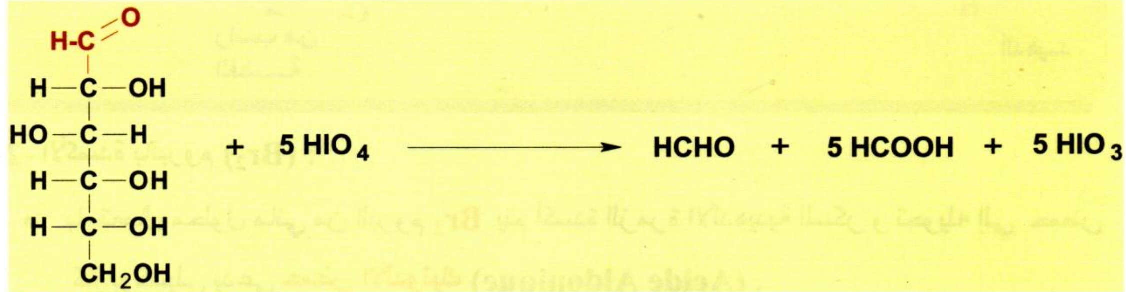


D- غلوكوز
D-Glucose

حمض الغلوكاريك
Acide Glucarique

6-2-4- الأكسدة بواسطة حمض البيريوديك HIO_4 :

تتأكسد السكريات بواسطة HIO_4 وفق التفاعل التالي:

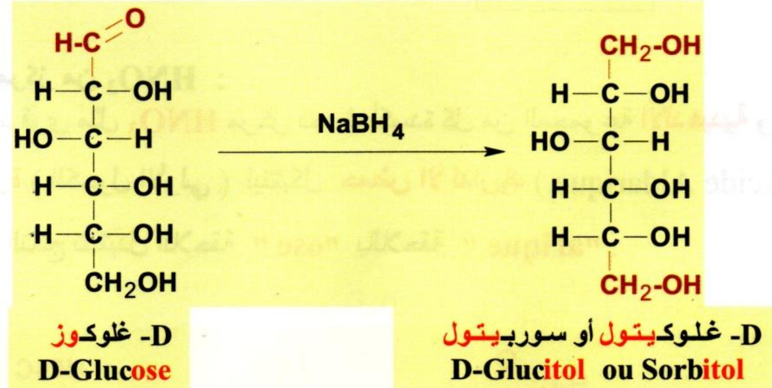


تقدير كمية حمض البيريوديك المستعملة أو كمية حمض الميتانويك الناتجة يدل على عدد مجموعات الهيدروكسيل الحرة.

6- 3- إرجاع السكريات البسيطة :

- يؤدي إرجاع السكريات البسيطة إلى تكوين **كحولات متعددة** (Polyalcool) بإرجاع المجموعة **الكربونيلية (-CO-)** و تحويلها الى **مجموعة كحولية (-OH)** . يتم ذلك باستعمال أجسام مرجعة مثل : هيدريد البور و الصوديوم **$NaBH_4$.**
- لتسمية الكحول المتعدد الناتج تستبدل اللاحقة **" ose "** باللاحقة **" itol " .**

مـثال :



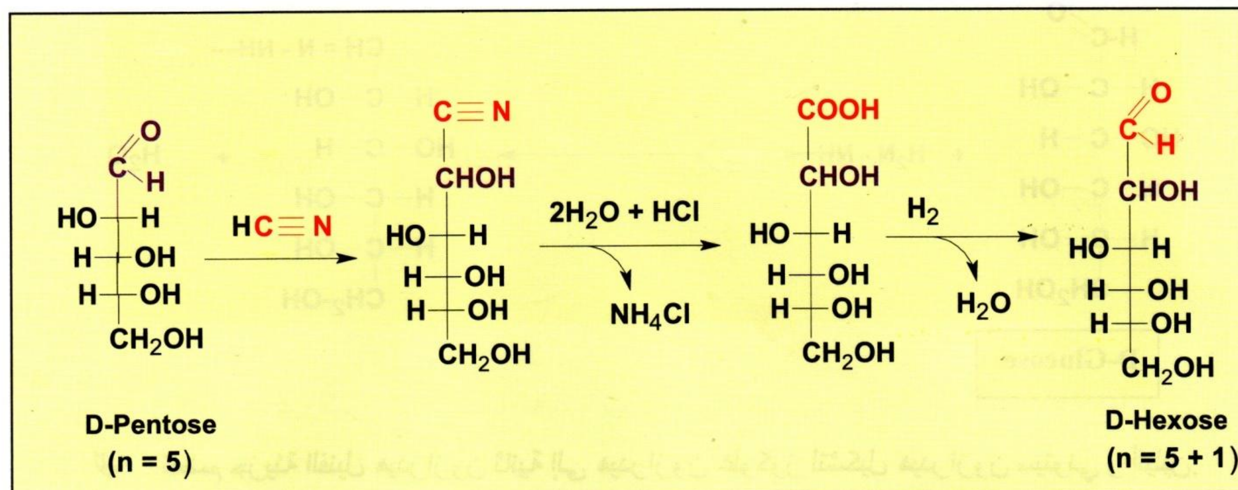
D- غلوكوز
D-Glucose

D- غلوكيتول أو سوربيتول
D-Glucitol ou Sorbitol

6- 4 - تفاعل تركيب كيلياني – فيشر : (Synthèse de Kiliani-Fisher)

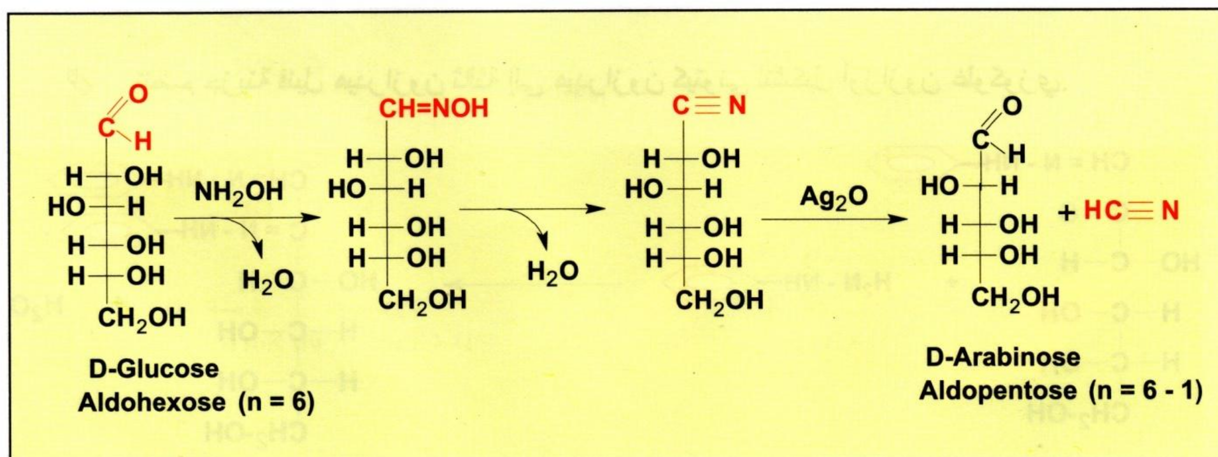
- الهدف منه تصنيع سكريات بسيطة انطلاقا من أوزات أصغر منها بإضافة ذرة كربون أخرى إلى السلسلة الكربونية الأصلية أي المرور من **(n)** إلى **(n +1)** ذرة كربون . يتم ذلك باستعمال **حمض السياندريك HCN**
- ينتج عنه كربون غير متناظر **C*** جديد في السلسلة الكربونية للسكر مما يؤدي إلى ظهور متماكبين فراغيين (**ابيميرين Epimères**) جديدين .

- بهذه الطريقة يمكن **اشتقاق** جميع السكريات الألدهيدية من النوع " **D** " انطلاقا من **D- غليسرالدهيد** .



6- 5 - تفاعل تخريب Wohl : (Dégradation de Wohl)

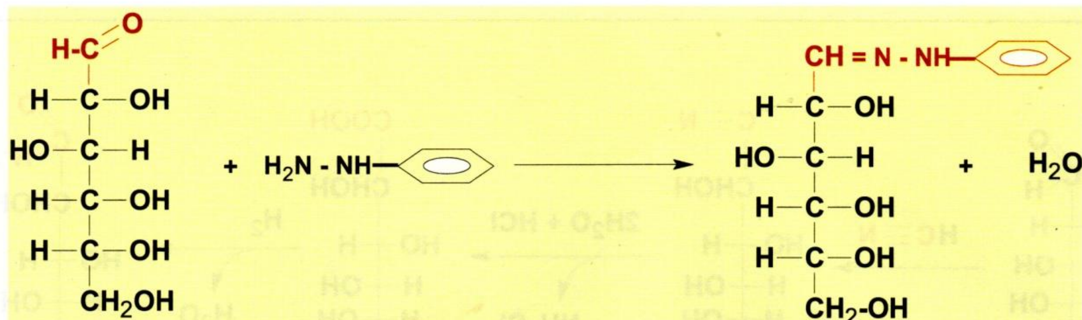
- يتمثل في حذف ذرة كربون من سكر بسيط للحصول على سكر بسيط أصغر , أي المرور من **(n)** إلى **(n-1)** كربون .
- يتحقق باستعمال **الهيدروكسيل أمين NH_2OH** .
- ينتج عن ذلك **اختفاء** ذرة كربون **C*** و متماكبين فراغيين .



6- 6- التفاعل مع الفينيل هيدرازين :

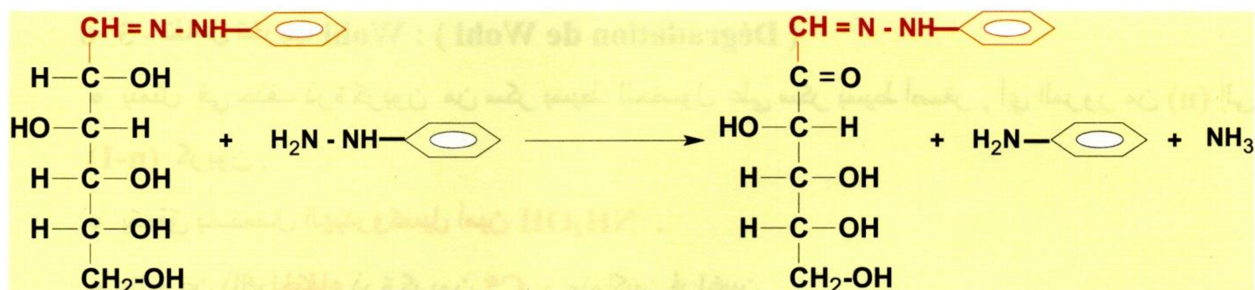
تفاعل الفينيل هيدرازين مع السكريات الأحادية يؤدي إلى تشكل بلورات من **الأوزازون (Osasones)** مميزة لنوع السكر لذا فإن هذا التفاعل يسمح بالتعرف على السكر في السوائل البيولوجية ويتم التفاعل وفق المراحل التالية:

- يتشكل أولا هيدرازون غلوكوز نتيجة تفاعل جزيئة واحدة من الفنيل هيدرازون مع (CHO) في الغلوكوز.

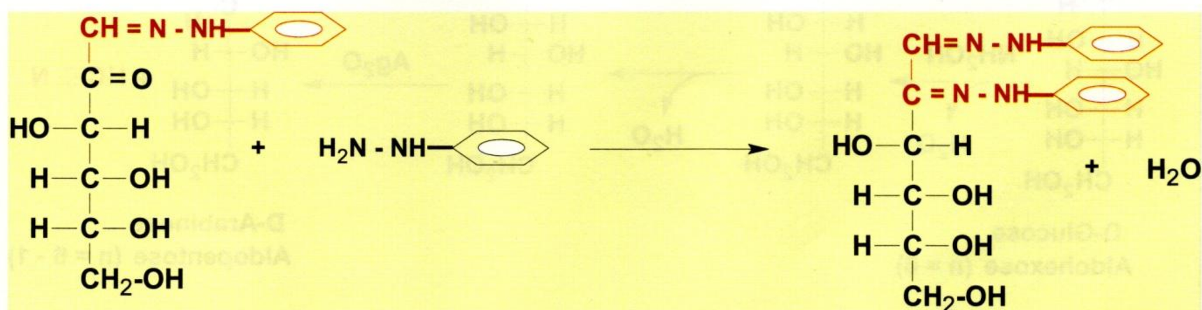


D-Glucose

- تنضم جزيئة الفنيل هيدرازون ثانية إلى هيدرازون غلوكوز لتشكيل هيدرازون سيتوني و أنيلين.



- تنضم جزيئة فنيل هيدرازون ثالثة إلى هيدرازون كيتوني لتشكيل أوزازون غلوكوزي.

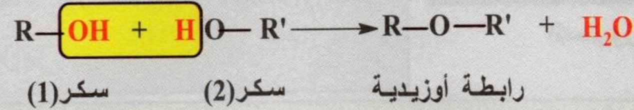


D-Glucosasone

ثانيا : السكريات المركبة (Oligosaccharides)

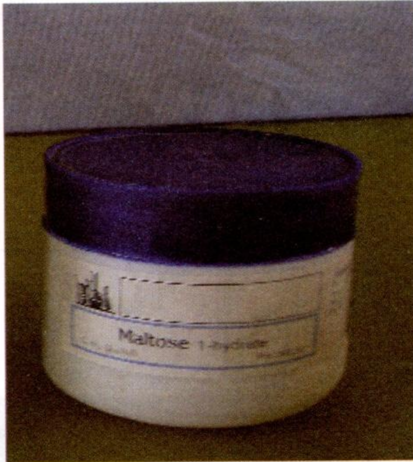
1 - تمهيد :

- تتكون السكريات المركبة من 2 إلى 10 و حدات سكر أحادي و هي قابلة للتحليل المائي.
- الوحدات السكرية المكونة للسكريات المركبة قد تكون من نوع واحد أو من أنواع مختلفة و يرتبط بعضها مع بعض **برابطة غلوكوسيدية (Liaison Glucosidique)** تنشأ من تفاعل مجموعة هيدروكسيل الهيمي أسيتال في أحد السكريات الأحادية مع مجموعة هيدروكسيل كحول (أو هيمي أسيتال) في جزيء سكر آخر عن طريق فقد جزيء من الماء فهي عملية عكسية للتحليل المائي.

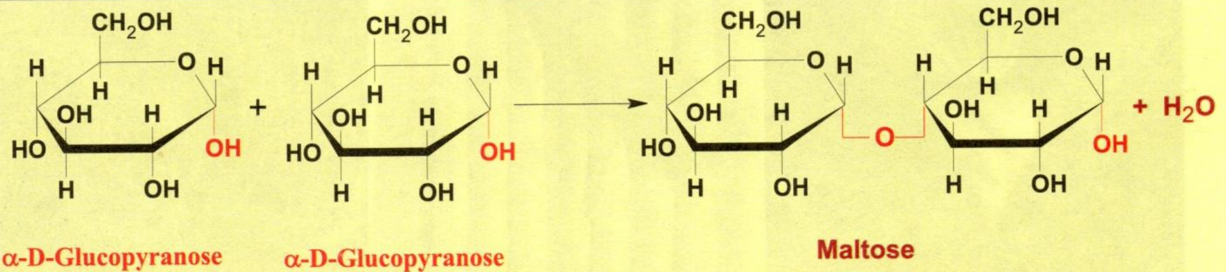


- أكثر السكريات الثنائية انتشارا هي السكروز واللاكتوز و المالتوز و لها نفس الصيغة العامة $C_{12}H_{22}O_{11}$

2 - المالتوز (Maltose)



يسمى أيضا سكر الشعير و ينتج من التحليل المائي للنشا و يتكون من اتحاد جزيئين من D - غلوكوز D-glucose أحدهما في الوضع ألفا و تتصل ذرة الكربون الأولى من **α-D- غليكوبيرانوز** مع ذرة الكربون الرابعة من الوحدة الثانية برابطة **غلوكوسيدية** من النوع α (1— 4).المالتوز من السكريات المرجعة لاحتوائه على مجموعة هيمي أسيتال حرة غير مرتبطة.



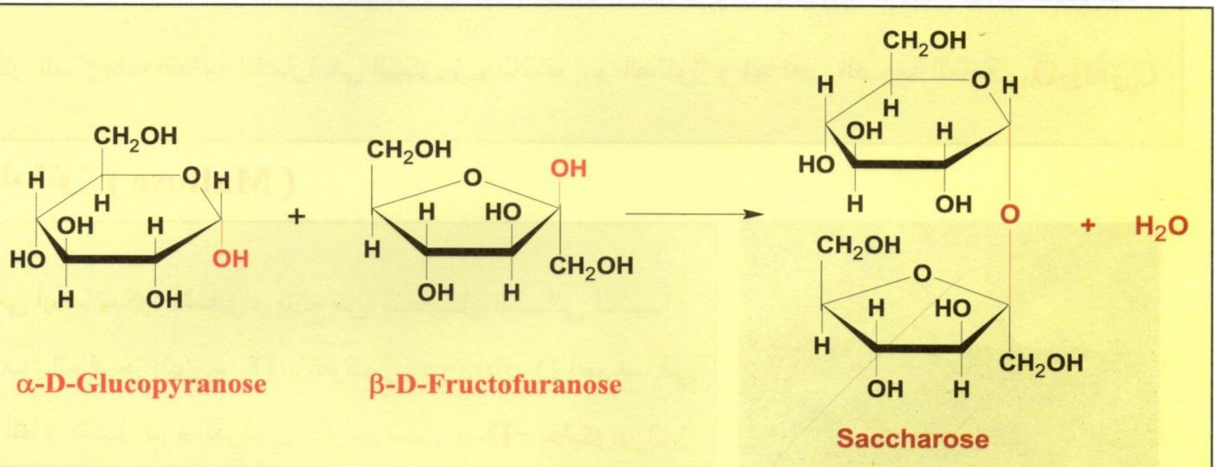
التسمية : ?-D- غلوكوبيرانوزيل (1 – 4) ?-D- غلوكوبيرانوز

3 - السكروز (Saccharose)

نحصل على السكروز (سكر المائدة) من قصب السكر أو من الشمندر السكري و يتكون من اتحاد جزيء α -D-غلوكوز مع جزيء β-D- فركتوز وفيه تتصل ذرة الكربون الأولى من α-D-غليكوبيرانوز بذرة الكربون الثانية من β-D- فركتوفورانوز برابطة غلوكوسيدية من النوع α- β(1− 2).ولهذا السبب فإن السكروز من السكريات غير المرجعة لا يحتوي على طرف هيمي أسيتال حر.



السكروز (سكر المائدة)



التسمية : α-D- غلوكوبيرانوزيل β (1- 2) -D- فركتوفورانوزيد
أو β-D- فركتوفورانوزيل (2 - 1) α-D- غلوكوبيرانوزيد



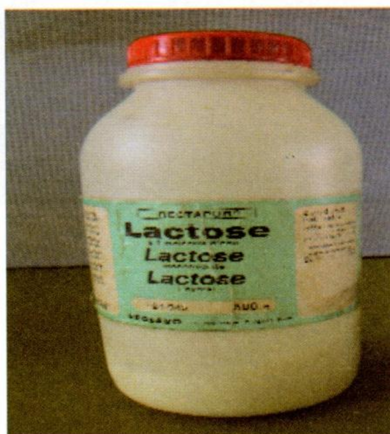




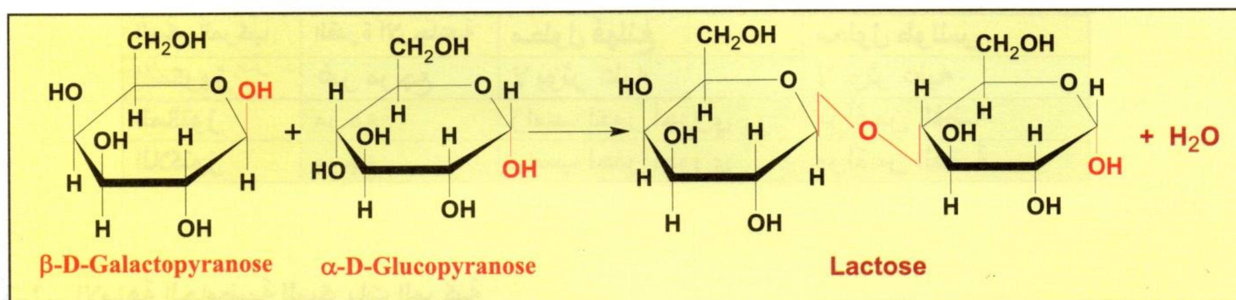
الشمندر السكري

قصب السكر

4 - اللاكتوز (Lactose)



يعرف باسم سكر الحليب و يتكون من اتحاد جزي α -D-غلوكوز مع جزيء β -D- غلاكتوز, وفيه تتصل ذرة الكربون الرابعة من D-α- غلوكوبيرانوز بذرة الكربون الأولى من D-β-غلاكتوبيرانوز برابطة غلوكوسيدية من النوع β (1- 4). يحتوي اللاكتوز على طرف ألدهيدي(حالة هيمي أسيتال) غير مرتبط ولهذا فهو من السكريات المرجعة.

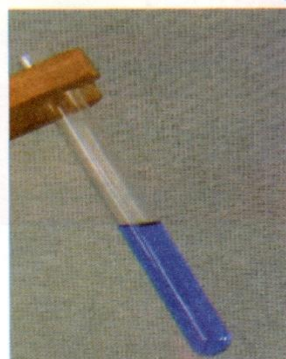


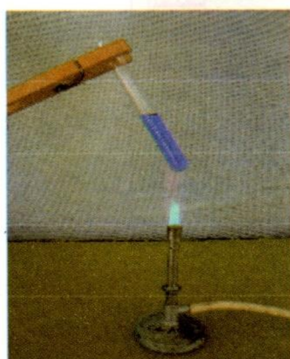
التسمية : β-D- غلاكتوبيرانوزيل (1 – 4) α-D- غلوكوبيرانوز

5- دراسة بعض الخواص الكيميائية :

1-5 القدرة الإرجاعية للسكريات المركبة

لا يعطي السكروز راسب أحمر أجوري مع محلول فهلينغ فهو سكر غير مرجع.

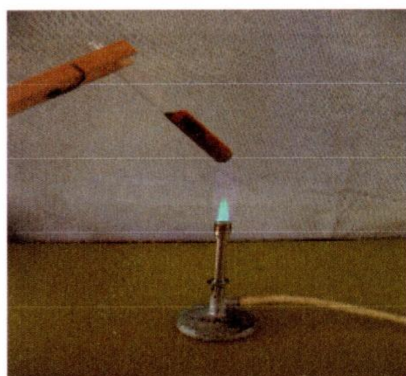

سكروز + محلول فهلينغ


سكروز + محلول فهلينغ + تسخين

- يعطي المالتوز راسب أحمر أجوري مع محلول فهلينغ.
- المالتوز سكر مرجع.



مالتوز + محلول فهلينغ



مالتوز + محلول فهلينغ + تسخين

السكر المركب	القدرة الإرجاعية	محلول فهلنغ	محلول طولنس
السكروز	غير مرجع	لا يؤثر عليه	لا يؤثر عليه
المالتوز	مرجع	راسب احمر أجوري	مرآة من الفضة
اللاكتوز	مرجع	راسب احمر أجوري	مرآة من الفضة

3-2- الإماهة الحامضية للسكريات المركبة



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{الحرارة}]{HCl} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

- تؤدي الإماهة الحامضية إلى تحليل السكر الثنائي إلى جزيئات سكرية أحادية تتعلق بنوع السكر الثنائي المركب كما أن السكريات المركبة المتعددة تتفكك أيضا إلى سكريات أحادية :

السكر	ناتج الإماهة الحامضية للسكر
السكروز	α-D-غلوكوبيرانوز + β -D- فركتوفيورانوز
المالتوز	α-D-غلوكوبيرانوز + α -D-غلوكوبيرانوز
اللاكتوز	α-D-غلوكوبيرانوز + β-D- غالكتوبيرانوز

ثالثا : السكريات المتعددة Polysaccharides

1 - مقدمة

السكريات المتعددة أكثر الكربوهيدرات انتشارا في الطبيعية و هي تتكون من اتحاد عدد كبير من سكريات أحادية . نذكر ثلاثة أنواع منها:

- النشا (Amidon)
- الغليكوجين (Glycogène)
- السليلوز (Cellulose)

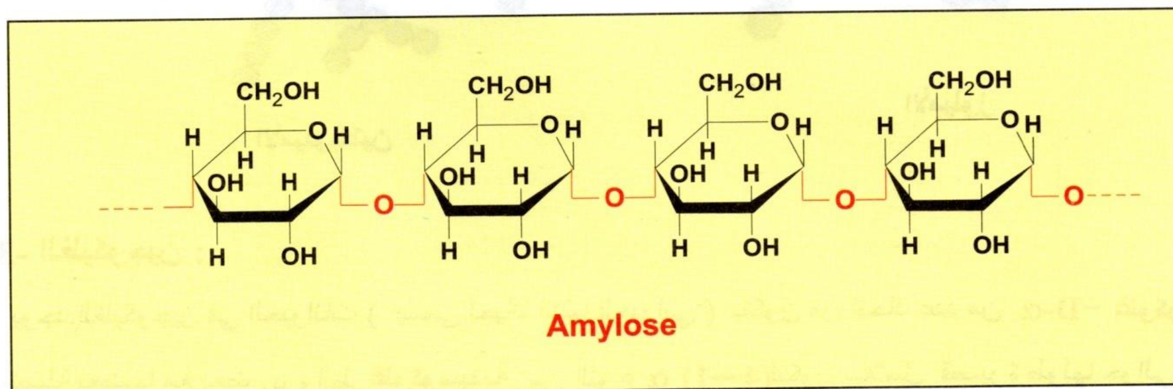
2- النشا



يوجد النشا عموما في النباتات فقط و هو يتكون من وحدات ألفا -D غلوكوز و يوجد منه نوعان أميلوز (Amylose) و أميلوبكتن (Amylopectine) و هما يختلفان في موضع الروابط بين الوحدات البنائية و في تشعب السلسلة.

أ - الأميلوز (Amylose)

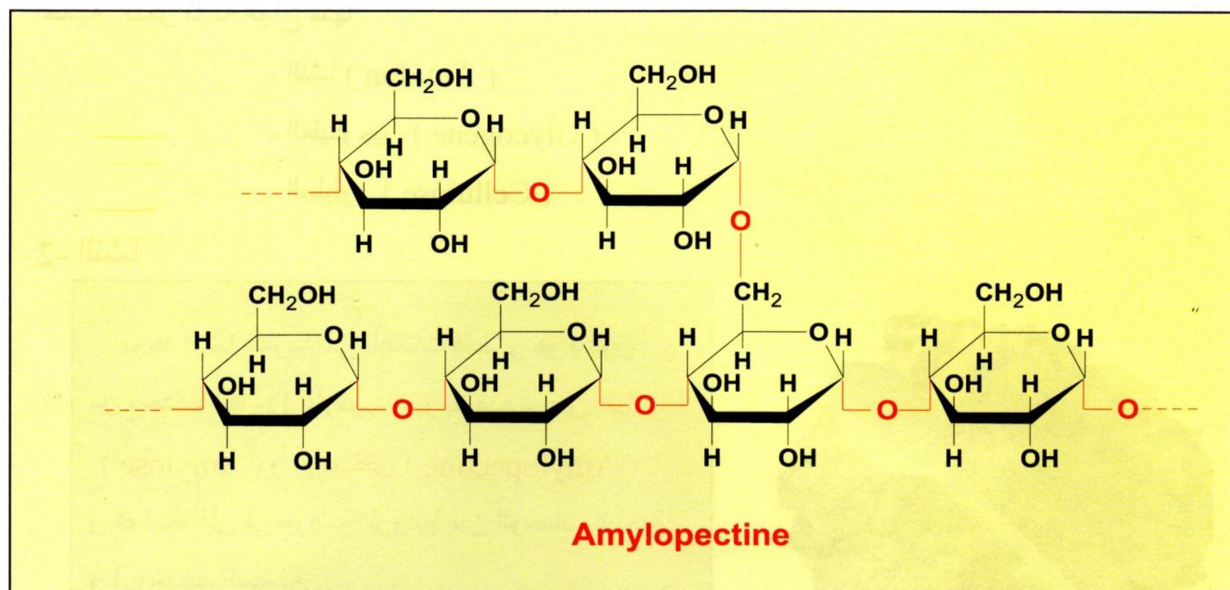
يتكون من اتحاد عدد كبير(أكبرمن 200 وحدة غلوكوز) من α-D- غلوكوبيرانوز متصلة بعضها مع بعض بروابط غلوكوسيدية من النوع α (1—4).



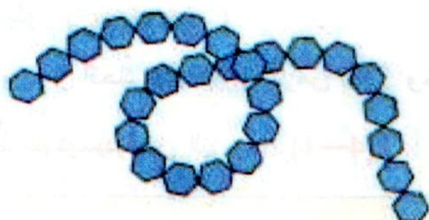
يذوب الأميلوز في الماء عندما يكون حديث التحضير و يرسب في محاليله خصوصا بالتبريد و تحرف محاليله الضوء المستقطب جهة اليمين كما يعطي لونا أزرقا بمعاملته باليود.

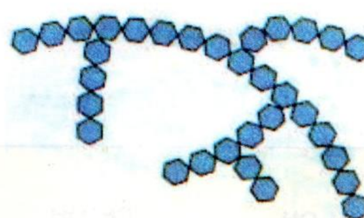
ب - الأميلوبكتن (Amylopectine)

يتكون من اتحاد عدد من α-D- **غلوكوبيرانوز** متصلة بعضها مع بعض بروابط **غلوكوسيدية** من النوع α (1—4) لتكون سلاسل قصيرة طولها يتراوح بين 25-30 وحدة غلوكوز. و ترتبط هذه السلاسل القصيرة فيما بينها بروابط **غلوكوسيدية** من النوع α (1—6) لتكون سلاسل متفرعة .



يذوب الأميلوبكتن في الماء مكونا محاليل سميكة القوام و يعطي لونا أزرقا بنفسجيا بمعاملته بمحاليل اليود.



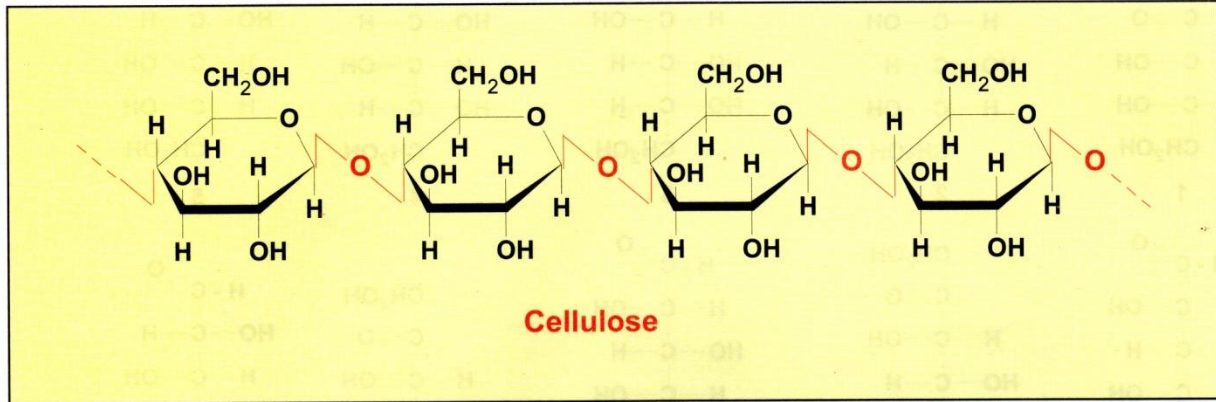


3- الغليكوجين :

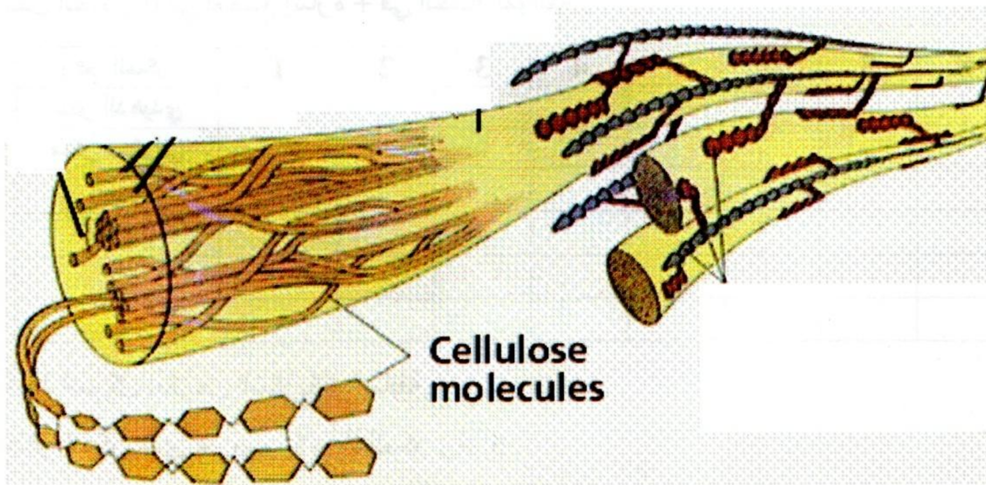
يوجد الغليكوجين في الحيوانات (يسمى أحيانا النشا الحيواني) يتكون من اتحاد عدد من α-D- **غلوكوبيرانوز** متصلة بعضها مع بعض بروابط **غلوكوسيدية** من النوع α (1—4)لتكون سلاسل قصيرة طولها حوالي 12 وحدة غلوكوز و ترتبط هذه السلاسل القصيرة فيما بينها بروابط **غلوكوسيدية** من النوع α (1—6) لتكون سلاسل متشعبة .
و من ذلك فالغليكوجين يشبه في تركيبه الأميلوبكتن إلا أنه سلاسله قصيره و أكثر تفرعا.

4- السليلوز(Cellulose)

يوجد السليلوز في جميع النباتات حيث يدعم شكلها، و هو عبارة عن سكر متعدد يتكون من وحدات β -D غلوكوبيرانوز مرتبطة فيما بينها بروابط غلوكوسيدية من النوع β (1—4)على شكل سلسلة غير متفرعة. لذا نجد أن الاختلاف بين السليلوز و الأميلوز هو في نوع الرابطة فقط فنوع الرابطة في السليلوز β (1—4)أما في الأميلوز فهي β (1—4)بين وحدات الغلوكوز .



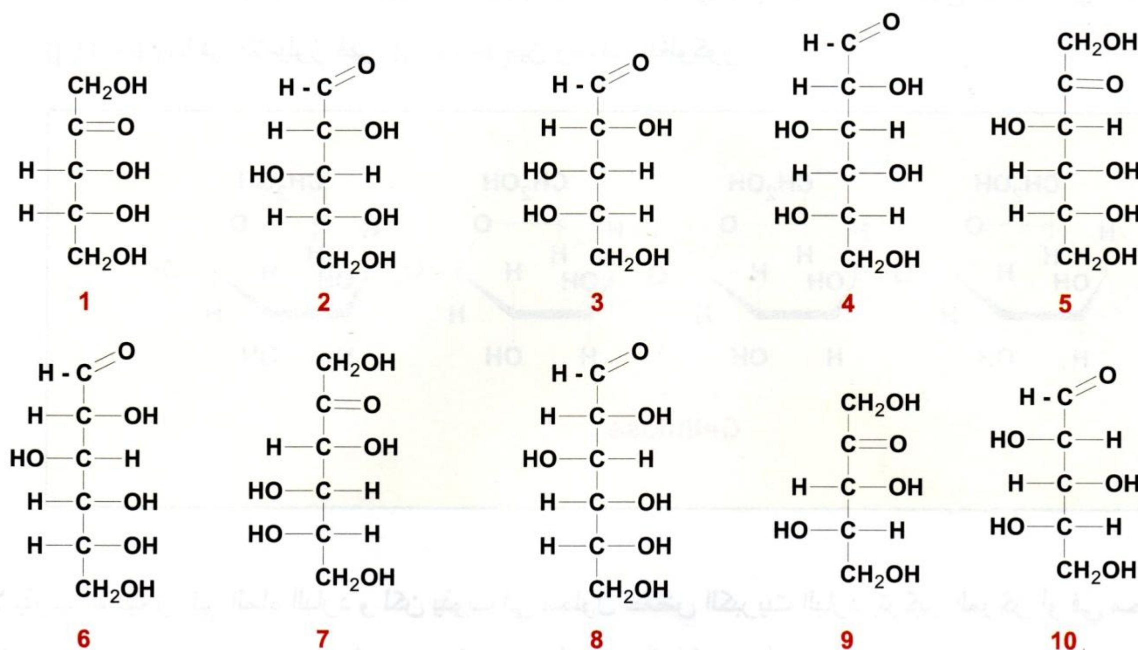
لا يذوب السليلوز في الماء البارد و لكن يذوب في محلول حمض الكبريت البارد بتركيز المركز أو في محلول حمض الكلور و يحضر من السليلوز القطن الاصطناعي و أسيتات السليلوز و أنواع من البلاستيك و السيلوفان .....



تمارين تطبيقية

التمرين الأول:

لديك الصيغ السلسلية للسكريات التالية :



1- أكمل الجدول الآتي بوضع إشارة + في الخانة الموافقة :

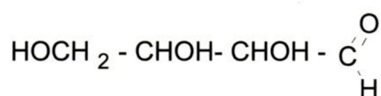
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	رقم السكر
										سكر ألدهيدي
										سكر سيتوني
										بنتوز
										هكسوز
										D
										L

2 ـ أعط اسم كل سكرمن السكريات السابقة

3 ـ اذكر السكر الذي هو صورة مرآة للسكر رقم 5

التمرين الثاني:

الألدوتيتروز (Aldotétrose) له عدة متشابهات ، صيغته نصف المفصلة هي ؟

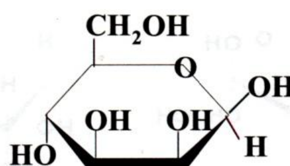


1- احسب عدد متماكبات الألدوتيتروز

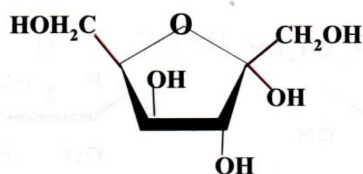
2- اكتب الصيغ نصف المفصلة للمتماكبات الضوئية بتمثيل فيشر

التمرين الثالث :

أعط البنية الخطية للسكريات التالية :



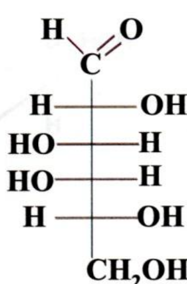
β- D- مانوبيرانوز



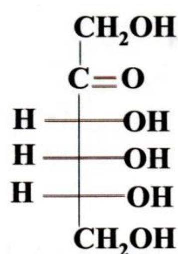
α- D- سوربوفيورانوز

التمرين الرابع :

1- أعط البنية الحلقية من النوع α للسكريات البسيطة التالية :



D- غلاكتوز



D- بسيكوز

2- **استنتج البنيات الحلقية للسكريات L – غلاكتوز و L - بسيكوز**

التمرين الخامس :

1- D- Talose إبيمير للغلاكتوز عند C_2

أ - اكتب الصيغة الخطية لـ D- Talose

ب - اكتب الصيغة الحلقية لـ α-D –Talopyranose

2- علل الإقترحات الخاصة بكل من الفركتوز و الغلوكوز

أ - يحتويان على نفس عدد ذرات الكربون غير المتناظرة

ب - يختلفان في موقع هيدروكسيل واحدة

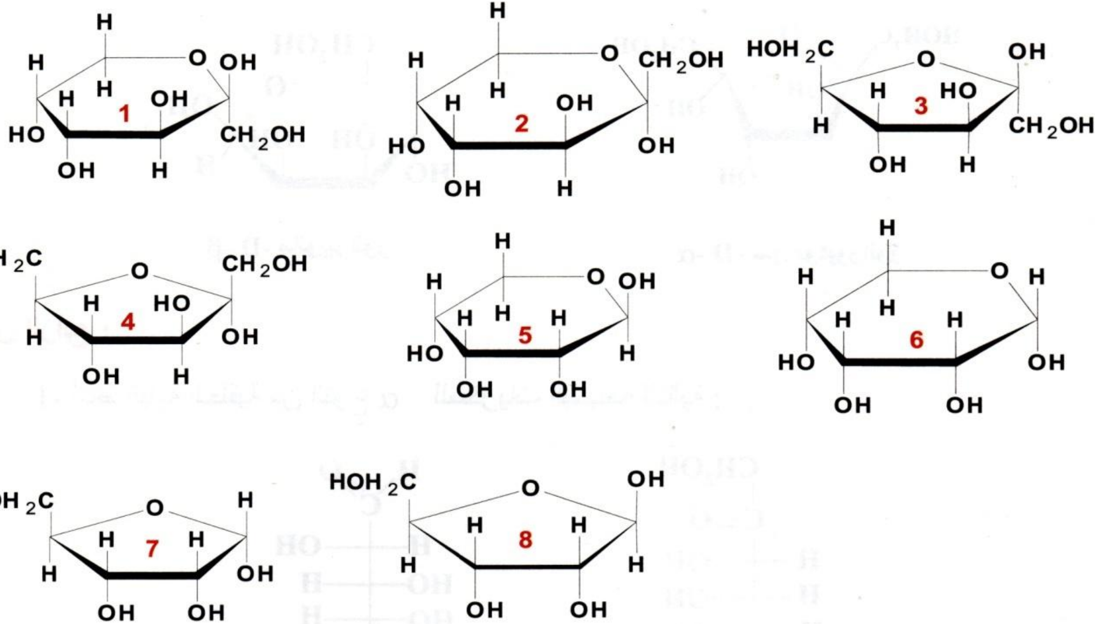
ج - لهما نفس $[\alpha]_D^{20}$

د - يعطيان نفس الأوزازون

هـ - لهما نفس الوظيفة الكيميائية

التمرين السادس :

لديك الصيغ الحلقية للسكريات الآتية :



1ـ أكمل الجدول الآتي بوضع إشارة + في الخانة الموافقة :

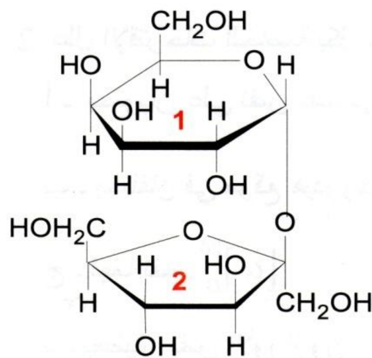
رقم السكر	1	2	3	4	5	6	7	8
D								
L								
α								
β								

2 ـ اذكر اسم كل سكر من السكريات السابقة

3 ـ اكتب الصيغة السلسلية حسب تمثيل فيشر لكل سكر

التمرين السابع:

البنية المقابلة لسكر ثنائي :



أـ بالنسبة للسكرالأحادي 1

ـ هل هو سكر ألدهيدي أو سيتوني؟

ـ هل شكله فيوراني أو بيراني؟

ـ هل هو انومير α أو انومير β ؟

ـ هل هو من النوع D أو النوع L ؟

بـ نفس الأسئلة بالنسبة للسكر الأحادي 2

ج ـ استنتج اسم السكر الأحادي 1 و اسم السكر الأحادي 2

د ـ هل السكر الثنائي مرجع؟ علل إجابتك

التمرين السابع :

لديك السكريات الثنائية التالية :

السكروز : سكر القصب أو سكر المائدة : **α-D- غلوكوبيرانوزيل (1-2) β-D- فركتوفيورانوزيد**

اللاكتوز : سكر الحليب : **β- D- غلاكتوبيرانوزيل (1- 4) α- D-غلوكوبيرانوز**

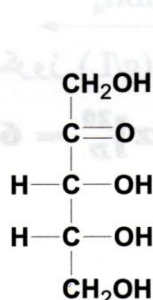
التريهالوز: تنتجه الحشرات و الفطريات : **α-D- غلوكوبيرانوزيل (1- 4) α-D- غلوكوبيرانوزيد**

1- هل السكريات السابقة مرجعة؟ علل إجابتك.

2- اكتب البنية الحلقية لسكر **التريهالوز**

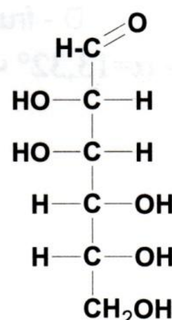
التمرين الثامن:

1- لديك السكرين البسيطين التاليين :



D-Ribulose

السكر (1) : D – ريبولوز



D-Mannose

السكر (2) : D – مانوز

أ – ما صنف كل سكر؟

ب – اكتب البنية الحلقية من النوع (α) للسكر(1) و (β) للسكر(2) مع تسمية كل سكر في شكله الحلقي.

2- نربط بين هذين السكرين برابطة غلوكوسيدية α (1-4)

أ – ما نوع السكر الناتج ؟

ب ــ أعط الصيغة المفصلة و الاسم النظامي للسكر الناتج .

ج – هل السكر الناتج مرجع ؟ برر إجابتك

3– إذا كانت القدرة الدورانية النوعية للسكر D– مانوز $[\alpha]_D^{20} = +43 \ \frac{\circ.mL}{g.dm}$

احسب القدرة الدورانية α لمحلول مائي من هذا السكر داخل أنبوب طوله d = 20cm .

التمرين التاسع :

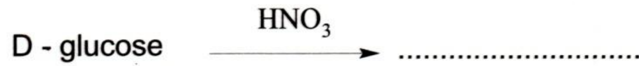
1ـ اكتب البنية الحلقية للمركبين : α- D glucopyranose ; β - D fructofuranose

2 ـ اكتب البنية الحلقية لـ

α- Mannopyranosyl (1-6)α-D glucopyranosyl(1-1)α-D fructofuranose

أ ـ هل السكر الثلاثي مرجع؟ علل ذلك

ب ـ أكتب صيغ المركبات الناتجة عن التفاعلات الآتية:



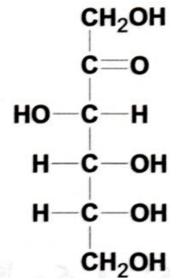


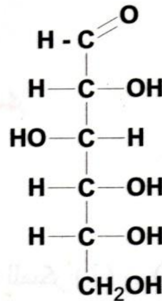
3ـ احسب تركيز محلول من السكروز (g/L) له زاوية انحراف α=13,32° علما أن طوال الأنبوبة 2O cm و

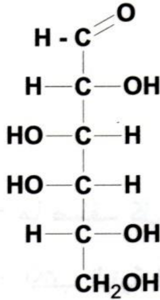
$$[\alpha]_D^{20} = 66.5 \ \frac{°.mL}{g.dm}$$

التمرين العاشر:

إليك السكريات البسيطة التالية:







السكر(ج) : D – فركتوز D-Fructose　　السكر(ب) : D - غلوكـوز D-Glucose　　السكر(أ) : D - غلاكتوز D-Galactose

1– أعط البنية الحلقية من النوع α للسكر(أ) ، من النوع ? للسكر(ب) و من النوع β للسكر(ج) واذكر أسماءها .

2– لتشكيل سكر الرافينوز (Raffinose) نربط بين هذه السكريات الثلاثة برابطتين غلوكوسيديتين :

– رابطة غلوكوسيدية α (1-6) بين السكر(أ) و السكر (ب).

– رابطة غلوكوسيدية α (1-2) بين السكر(ب) و السكر (ج).

أ – أعط الصيغة المفصلة لهذا السكر (Raffinose) و إسمه.

ب– مـــا صنف هذا السكر ؟

نموذج اختبار في مادة التكنولوجيا - هندسة الطرائق-

التمرين الأول: (07 نقاط)

نريد التأكد من البيانات التالية لماء معدني .

الشوارد	mg/L
Ca^{++}	30
Mg^{++}	8.4

لأجل ذلك نأخذ : $V=100\ cm^3$ (الماء المعدني) ونعايرها بمحلول EDTA 0.02 N فكان الحجم المستعمل هو $V=10.9\ cm^3$.

المطلوب :

1/ ما هي الأدوات و المواد اللازمة لذلك ؟

2/ اكتب معادلة تفاعل كل من Ca^{++} و Mg^{++} مع المحلول المسحح .

3/ احسب $[Ca^{++}] + [Mg^{++}]$ بالـ (mol/L) اعتمادا على :

أ- البيانات أعلاه

ب- نتائج المعايرة

4/ ما هي نوعية هذا الماء المعدني ؟ إذا علمت انه يمكن تمييز نوعية المياه بالدرجة الهيدروتيمترية كالتالي :

- المياه العذبة (ذات نوعية جيدة) اقل من 15° هيدروتيمترية
- المياه القاسية : بين 15° و 30° هيدروتيمترية
- ماء الحنفية اقل من 30° هيدروتيمترية

5/ نقوم بتسخين الماء المعدني إلى درجة الغليان .

أ- ما نوع القساوة التي يمكن إزالتها ؟

ب- اكتب التفاعلات الحادثة في هذه الحالة .

التمرين الثاني: (07 نقاط)

نقوم بحرق حجم قدره ($25\ cm^3$) من الكان **(A)** حرقا تاما, فنحتاج حجما من الأوكسجين قدره $200\ cm^3$, تحت الشروط النظامية من ضغط ودرجة حرارة . (حيث $V_{molaire}=22.4\ l/mol$)

1/ اكتب معادلة احتراق هذا الالكان .

2/ اثبت أن : C_5H_{12} هي الصيغة العامة للالكان **(A)** .

3/ ما هي الصيغ النصف مفصلة الثلاث (03) الممكنة لهذا الالكان .

4/ إليك درجات الغليان التالية : $+9°C$; $+25°C$; $+35°C$

- أرفق مع التعليل كل نصف صيغة موجودة سابقا بما يناسبها من درجة غليان .

5/ يتأثر المركب (A) السابق بدرجة الحرارة العالية معطيا عدة تحولات منها :

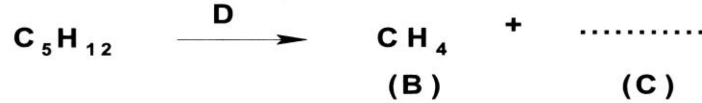
تحطيم الرابطة (C-H)



تحطيم الرابطة (.......)







- أكمل الفراغات الموجودة في التحولات السابقة مع تحديد قيمة x .

6/ إليك التفاعلات التالية :







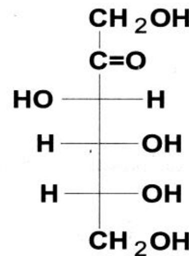
أ- اكتب صيغ المركبات : **(F) , (E) , (D)** .

ب- ما هي طبيعة هذه المركبات ؟

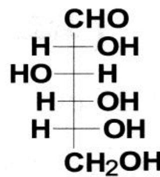
ج- كيف يتم الكشف عن المركب **(E)** .

التمرين الثالث: (06 نقاط)

لتكن البنية السلسلية (تمثيل Fischer) للسكرين البسيطين التاليين :



D- فركتوز



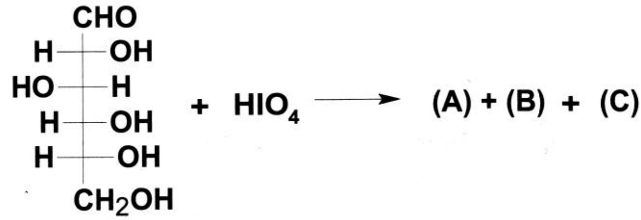
D- غلوكوز

1/ عرف السكريات البسيطة انطلاقا من التركيب الكيميائي لهاتين السلسلتين .

2/ اكتب صيغة و اسم متخايلي هذين السكرين .

3/ اذكر عدد المماكبات الدياسترية للسكرين .

4/ يتأكسد D. غلوكوز بواسطة $\mathbf{HIO_4}$ وفق السلسلة التفاعلية التالية :



- أعط صيغ المركبات : **(A)**، **(B)** ، **(C)**

5/ أثبتت العديد من التجارب أن السكريات توجد في صورة حلقية .

– بين في تفاعل كيميائي تحول سلسلة D- غلوكوز إلى بنية حلقية (تمثيل Haworth) مبينا الأنوميرين الناتجين .

المجموع	العلامة مجزئة	التصحيح النموذجي
07		**التمرين الأول: (07 نقاط)**
		1/ الادوات و المواد اللازمة :
	0.25×5	الادوات : سحاحة (25ml) ، انبوب مدرج (250ml) ، دورق مخروطي ، مسخن مزود بمخلاط , حامل
	0.25×4	المواد : الماء المعدني ، محلول الـ E.D.T.A (0.02 عياري) ، كاشف الـ N.E.T ، محلول موقي (PH=10) .
2.25		2/ معادلة تفاعل كل من Ca^{++} و Mg^{++} مع المحلول المسحح
	0.25×2	$Ca^{++} + H_2Y^{2-} \longrightarrow CaY^{2-} + 2H^+$ $Mg^{++} + H_2Y^{2-} \longrightarrow Mg^{++} + 2H^+$
0.5		3/ - اعتمادا على بيانات الماء المعدني :
	0.5×2	$[Mg^{++}] = \frac{8.4}{24} = 0.35 mmol/l$ $[Ca^{++}] = \frac{30}{40} = 0.75 mmol/l$
	0.25	$[Ca^{++}] + [Mg^{++}] = 0.75 + 0.35 = 1.1 mmol/l$
		- اعتمادا على نتائج المعايرة : عند تغير اللون من الأحمر البنفسجي إلى الأزرق فان
	0.5	$(N_1 \times V_1)_{E.D.TA} = (N_2 \times V_2)_{الماء}$
3	0.5	$N_2 = \frac{N_1 \times V_1}{V_2} = \frac{0.02 \times 10.9}{100}$ $N_2 = 2.18 \times 10^{-3} Eg/l$
	0.75	لدينا : $eq_{الماء} = 2$ وعليه : $C_2 = \frac{N_2}{eq} = 1.09 \times 10^{-3} mol/l = 1.1 mmol/l$
		إذن البيانات صحيحة لتقارب النتيجتين . 4/ نوعية الماء المعدني : $N_{الماء} = 2.18 \times 10^{-3} Eg/l = 2.18 mEg/l$ 1 TH° 0.2 mEg/l TH° ⟶ 2.18 mEg/l
0.5	0.5	ومنه $TH_{الماء} = 10.9°$
		الماء المعدني ذو نوعية جيدة

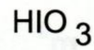
		/5
	0.25	أ- نوع القساوة التي يمكن ازالتها هي القساوة المؤقتة
0.75		ب/ التفاعلات الحادثة في هذه الحالة $Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} CaO_3 + CO_2 + H_2O$
	0.25×2	$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} MgCO_3 + CO_2 + H_2O$
07		**التمرين الثاني: (07 نقاط)**
		1/ معادلة احتراق الالكان
0.75	0.75	$2C_nH_{2n+2} + (3n+1)O_2 \rightarrow 2nCO_2 + 2(n+1)H_2O +$ طاقة
		2/ الصيغة العامة للالكان **(A)** $25cm^3$ من الالكان تــــــــــحتاج $200cm^3$ من الأوكسجين 2×22.4l من الالكان ــــــــــحتاج (3n+1)×22.4l و منه (3n+1) = 16
	0.25	و بالــــــــــتالي **(n = 5)**
0.5	0.25	و عليه الصيغة العامة للالكان C_5H_{12}
		3/ الصيغ النصف مفصلة الثلاث لهذا الالكان
		الصيغة الاولى بها سلسلة من 5C: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
		الصيغة الثانية بها سلسلة من 4C: $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$
0.75	0.25×3	الصيغة الثالثة بها سلسلة من 3C: $CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$
	0.25×3	4/ - الصيغة الأولى تتناسب مع 35°C الصيغة الثانية تتناسب مع 25°C الصيغة الثالثة تتناسب مع 9°C
1.25	0.5	- التعليل : درجة غليان الالكانات تتناسب طردا مع طول السلسلة الكربونية
		/5
	0.25×2	تحطيم الرابطة (C-H): $C_5H_{12} \xrightarrow{\Delta} C_5H_{10} + H_2$
1	0.25×2	تحطيم الرابطة (C-C): $C_5H_{12} \xrightarrow{\Delta} CH_4 + C_4H_8$

		6/ أ- صيغ المركبات :
2.75	0.5×3	$O=C(CH_3)_2$ **(E)** ؛ $H_3C-C(=O)-OH$ **(D)** ؛ C_4H_9OH **(F)**
	0.25×3	ب- طبيعة هذه المركبات **(D)** : حمض كربوكسيلي **(E)** : سيتون **(F)** : كحول
	0.5	ج- يعطي **(E)** نتيجة ايجابية مع D.N.P.H و نتيجة سلبية مع محلول فهلنك (أي لا يتفاعل معه)
06	0.25×3	**التمرين الثالث: (06 نقاط)**
0.75		1/ تعريف السكريات البسيطة : هي مركبات عضوية الدهيدية أو سيتونية عديدة الهيدروكسيل
1.5	0.5×2	2/ اسم و صيغة متخايلي السكرين D- فركتوز و D- غلوكوز
		CH_2OH C=O H — OH HO — OH HO — H CH_2OH L- فركتوز
	0.25×2	CHO HO — H H — OH HO — H HO — H CH_2OH L- غلوكوز
	0.25×2	3/ عدد المماكبات الدياسترية للسكرين : السكر D- غلوكوز : يحتوي على 4 ذرات كربون غير متناظرة (n=4) عدد المماكبات = $2^n = 16$ مماكبا
1	0.25×2	السكر D- فركتوز : يحتوي على 3 ذرات كربون غير متناظرة (n=3) عدد المماكبات = $2^n = 8$ مماكبا

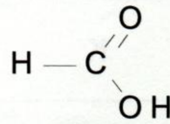
4/ صيغ المركبات :



(A)



(C)

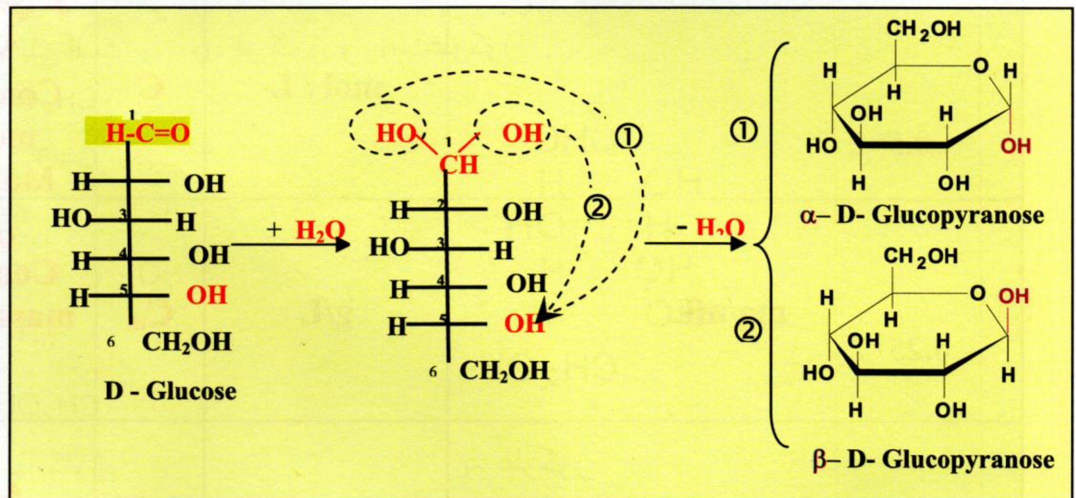


(B)

1.5

0.5×3

5/ تحول سلسلة D- غلوكوز إلى البنية الحلقية



0.5×2

0.25

1.25

جدول يلخص بعض الرموز المستعملة

المتغيرات	الرمز	وحدة القياس في النظام الدولي SI	وحدات القياس الأخرى
الحجم Volume	V	m^3	L أو dm^3 $1\ m^3 = 10^3\ dm^3 = 10^3\ L$
عدد المولات	n	Mol	
درجة الحرارة Température	T	K	°C $T = \theta(°C) + 273$
الضغط Pression	P	Pa(Pascal)	bar, atm,mm de Hg(mercure) $1\ atm = 1{,}01325\ bar = 1{,}01325.10^5$ Pa 1 atm = 760 mm de Hg (mercure)
التركيز المولي أو المولارية Concentration molaire ou Molarité (C)	C	mol / L	
التركيز الكتلي Concentration massique (C_m)	C_m	g/L	mg/mL
النظامية Normalité	N	Eg / L	
القدرة الدورانية النوعية pouvoir rotatoire spécifique	$[\alpha]_{\lambda}^{t}$	$\frac{\circ.mL}{g.dm}$	

(Bibliographie مصادر الكتاب)

A.Gherib, Travaux pratiques de chimie organique, OPU Alger, 1983

Alexander von Zelewsky, Stereochemistry of Coordination Compounds, Wiley, 1996

Gérard Dupont Michel, Exercices de chimie générale, académique press chimie paris, 1981

Gérard Dupont Michel, Chimie organique, académique press chimie paris, 1981

Jaques Henry Weil, Biochimie Générale, Dunod, 2005

Jean Meyer, Histoire du sucre, Editions Desjonquières, 1989

John Mc Murry, Chimie organique les grands principes, Dunod ,1997

Oliver-Fréderic, Travaux pratiques physique chimie, bordas, 2003

Paul Arnaud, Cours de chimie organique, DUNOD 16e éd , 1997

René MILCENT, Chimie organique, EDP sciences, 2007

بول أرنو ترجمة صلاح يحياوي، تمارين الكيمياء العضو ية ،د م الجامعية الجزائر،1979

د احمد مالو ــد مروان البحرة- هيفاء العظمة، الكيمياء الحيوية البنيوية، د م الجامعية الجزائر،1991

د سعد خليل شهاب ــدعلي محمد حسن، الكيمياء الحيوية الزراعية، جامعة بغداد، 1978

د احمد الصفار الكيمياء العملية، د م الجامعية الجزائر،1991

د محمد محمد الصاوي، الحسابات الفيزيائية الكيميائية ، دم الجامعية الجزائر،1983

دريلا غوفرو دوكوم ترجمة صلاح يحياوي، الكيمياء العضو ية ، د م الجامعية الجزائر،1983

الحسن بن علي الاحمري، الكيمياء، م ع السعودية، 2008

ن غلينيكا ترجمة د عيسى مسوح، مسائل وتمارين في الكيمياء العامة،د م الجامعية الجزائر،1983

هربرت مايسليش – جاكوب شار فكين ترجمة د أحمد مدحت، الكيمياء العضو ية سلسلة شوم ،دار الرائد العربي لبنان،1984

ر وحاس-ب دو ڤالز ترجمة صلاح يحياوي، الكيمياء العامة ،د م الجامعية الجزائر،1981

الفهرس

المجال الثاني: البترول و مشتقاته

المجال الثالث: الفلاحي الغذائي

دعوة صالحة وشكرا

تم هذا العمل يوم 2015/02/08

على الساعة 14سا22

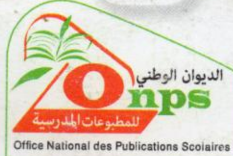


ISBN: 978 9947-20-556 3 :ردمك

Dépot légal: 2336-2010 :رقم الإيداع القانوني

MS: 1227 /10

سعر البيع: 160.00 دج



2010 - 2011

مصادق عليه من طرف لجنة الإعتماد و المصادقة للمعهد الوطني للبحث في التربية (وزارة التربية الوطنية) طبقا للقرار رقم: 902/م ع/ 2010 المؤرخ في 21 جويلية 2010.